

NOÇÕES DE ANODIZAÇÃO

PREFÁCIO

Para o beneficiamento colorístico industrial, o anodizador tem à sua disposição diversos processos de tingimento, os quais se destacam tecnologicamente entre si como seguem:

- Processos por adsorção (com corantes orgânicos).
- Processos químicos (ligações inorgânicas de metais pesados).
- Processos eletrolíticos (com sais metálicos, processos em duas etapas).
- Anodização com coloração própria (anodização de cor, processos de tingimento integral).

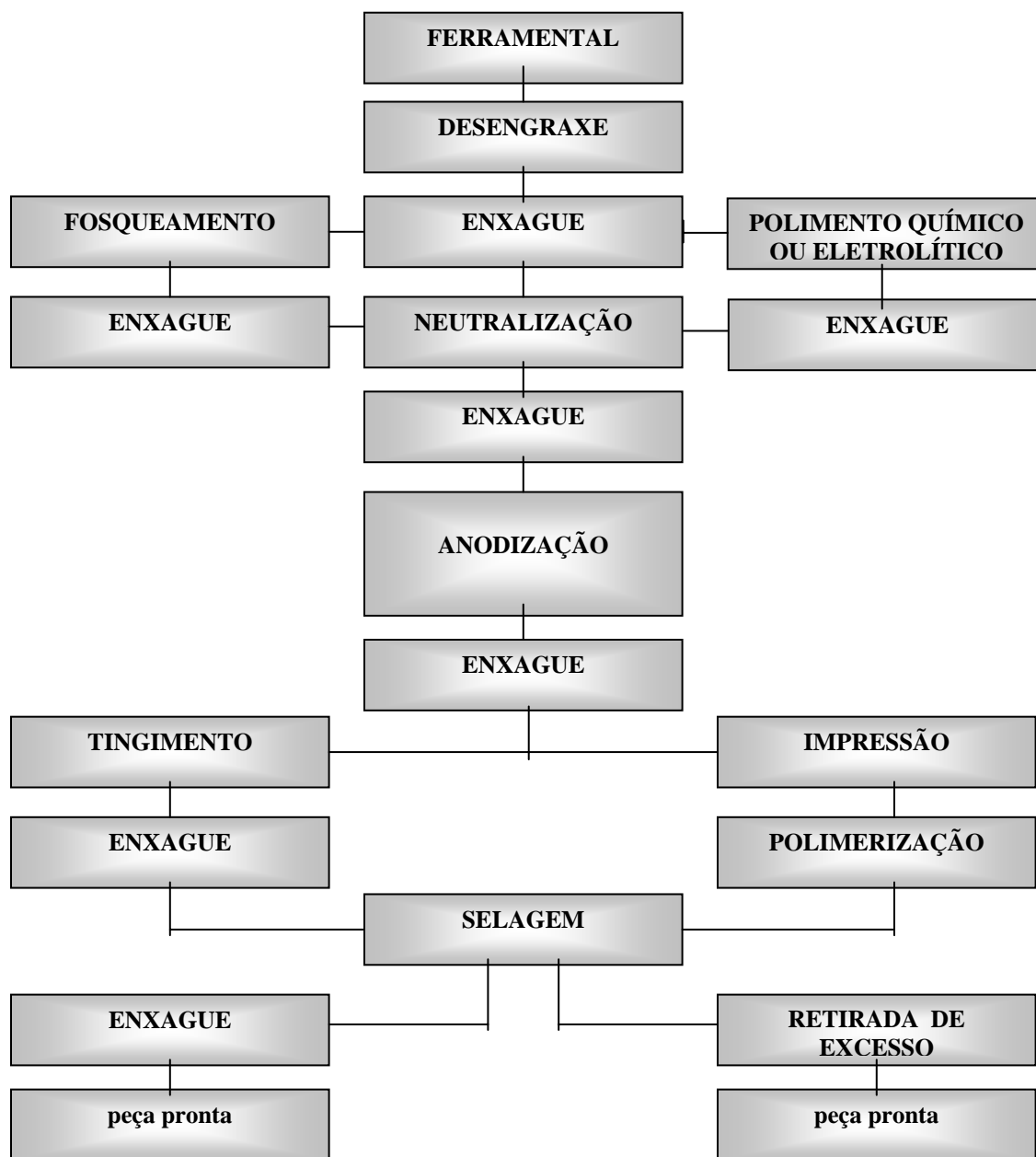
O processo por adsorção através da imersão em soluções aquosas, contendo corantes sintéticos, orgânicos, ou seja, corantes ALUMÍNIO e SANODAL destaca-se pelas seguintes propriedades:

- Rentabilidade superior.
- Sortimento de cores muito amplo, talhando as exigências especiais da Indústria de Alumínio.
- Qualidade inalterada dos corantes, graças ao controle de qualidade rígido, constante e específico para alumínio.
- Alta qualidade das peças tingidas com corantes ALUMÍNIO e SANODAL.

O principal objetivo do presente trabalho é de transmitir ao anodizador meios e caminhos que permitam melhorar ainda mais a segurança do tingimento por adsorção, bem como eliminar eventuais perturbações surgidas.

1. PROCESSOS PARA O BENEFICIAMENTO DO ALUMÍNIO

Para elucidar melhor a sequência de processamento do beneficiário de alumínio, damos abaixo um fluxograma esquemático:



Como se pode ver pelo esquema acima, a etapa de tingimento é intercalada e a selagem, resultando conseqüentemente no seguinte fluxo genérico de processamento:

1. Tratamento prévio, mecânico e químico.

Determinação do aspecto final da estrutura metálica superficial através do polimento ou escovação e tratamento prévio da superfície para as operações subseqüentes, através de processos de limpeza, desengraxe e decapagem.

2. Anodização

Formação de uma camada oxigenada, artificialmente reforçada, camada essa imprescindível para a adsorção dos corantes.

3. Tingimento

Incorporação do corante no sistema poroso da camada oxigenada.

4. Selagem

Fechamento dos poros e fixação irreversível do corante dentro da camada.

As diversas etapas e tratamentos intermediários correspondem a anodização incolor. Conseqüentemente prevalecem às mesmas diretrizes, a fim de que o material tratado superficialmente corresponda às exigências impostas. Sendo que as divergências do padrão aparecem mais através de tingimentos não igualizados, geralmente são necessárias tolerâncias de processamento mais estreitas. Deve-se dispensar especial atenção à uniformidade da porosidade e espessura da camada.

2. O SORTIMENTO DE CORANTES ALUMÍNIO E SANODAL

Os sortimentos de corantes ALUMÍNIO e SANODAL distinguem-se pelo seu campo de aplicação.

2.1. Campos de Aplicação

Para a maioria dos objetos de uso, como por exemplo, artigos domésticos, bijuteria, peças de aparelhos e máquinas, instrumentos ópticos e eletrônicos, etiquetas e painéis policromáticos, artigos para decoração interna, etc., são usados tanto os corantes ALUMÍNIO como também SANODAL.

Para artigos aos quais são impostas máximas exigências (alta solidez à luz, às intempéries e à corrosão), estão à disposição os corantes SANODAL. Nesse campo de aplicação trata-se em primeiro lugar de beneficiamento de peças destinadas à arquitetura externa.

Com referência aos processos e controle de banho, devem ser respeitadas prescrições especiais.

2.2. Denominação Sufixo dos Corantes

As letras constantes dos sufixos das denominações de corantes ALUMÍNIO e SANODAL, geralmente têm o seguinte significado:

B = tonalidade azulada (inglês: **BLUE**)

C = corante de montagem rápida (apropriado para tingimento contínuo)

G = tonalidade amarelada (alemão: **GELB**)

L = especialmente sólido à **LUZ**

M = **MISTURA** de corantes

N = tonalidade **NEUTRA**

P = corante ftalocianínico (inglês: **PHTALOCYANINE**)

R = tonalidade avermelhada (inglês: **RED**)

W = especialmente sólido às intempéries (inglês: **WEATHER**)

Número = acentuação da letra que segue ao número

2.3. Teoria do tingimento por adsorção

O processo por adsorção é uma característica do tingimento anodizado pelo tratamento com soluções de corantes orgânicos “ALUMÍNIO” e “SANODAL”. Ao contrário dos demais processos cromáticos, a substância de coloração já existe antes do tingimento por adsorção e não é formado apenas durante o processo cromático.

Com “adsorção” denomina-se a agregação (concentração) de moléculas de corantes na superfície interna da camada anodizada, porosa, a qual é de aproximadamente $20\text{m}^2/\text{g}$ de camada oxidada. Responsável pela adsorção é a formação de forças de ligação entre a superfície de óxido de alumínio e as moléculas de corantes. Essa ligação não é fixa, mas sim existem equilíbrios entre a concentração superficial do corante adsorvido (intensidade do tingimento) e a concentração na solução de corante. Em caso de aumentar a concentração da solução, também a concentração superficial aumentará, no entanto, apenas até o alcance da saturação (tingimento mais intenso possível). Em caso de diminuir a concentração da solução, por exemplo, ao valor 0 em caso de água pura, o corante sofrerá uma “desorção” (“sangramento”, descoloração). Devido a esse fato, é imprescindível que os poros da camada oxidada sejam fechados após o tingimento (selagem).

A agregação ocorre muito rapidamente. Consequentemente, o fator determinante para a velocidade de todo o processo de tingimento não é a adsorção, mas sim a migração (deslocamento) das moléculas de corantes, com um diâmetro médio de $0.0025\mu\text{m}$, através dos estreitos canais de poros, cujo diâmetro em cada CS é de aproximadamente $0.2\mu\text{m}$.

3. INDICAÇÕES AO SUBSTRATO “ALUMÍNIO” E SUA OXIDAÇÃO

A quantidade e as características do substrato a ser tingido é de suma importância, sendo que, o sucesso de um tingimento impecável é dependente das mesmas. O material pode ser de alumínio puríssimo, alumínio puro ou de uma liga de alumínio.

Alumínio puríssimo, praticamente não contém metais alheios (menos do que 0.05%), enquanto que em caso de alumínio puro, a parte metálica alheia pode atingir até 1%.

Para determinadas finalidades a resistência do alumínio puro não é suficiente alta. Devido a isso se trabalha com ligas com magnésio, silício, manganês, cobre e zinco. Com o aumento da parte alheia, a resistência da liga de alumínio contra agressões mecânicas aumenta, no entanto, diminui a aptidão para finalidades decorativas (tingimento). O tingimento propriamente dito não altera as características da camada oxidada.

3.1. Exigências à Qualidade

Para a garantia de um aspecto decorativo da superfície de alumínio anodizado e tingido deve ser usada uma “Liga anodizável”. Essa qualidade de liga destina-se especialmente para a anodização e o tingimento e é fabricada sob máximos cuidados.

3.2. Influência do Tipo de Liga sobre a Cor e a Transparência

Como é do conhecimento geral, a cor própria do alumínio oxidado por anodização ou de ligas de alumínio é diferente conforme o grau de pureza e composição. Essa cor própria influencia a tonalidade dos tingimentos.

- Partes de **magnésio** acima de 5% provocam uma turvação da camada.
- **Manganês** e **cromo**, já a partir de 0.1% provocam uma tonalidade amarelada da camada. Com maiores quantidades obtém-se nos cores mais escuras.
- **Silício** pode proporcionar à camada oxidada uma tonalidade acinzentada. No entanto, a influência é dependente da forma na qual se encontra a liga. Em solução sólida até 1%, praticamente não ocorre nenhuma turbidez na oxidação. As quantidades acima de 1% e em soluções não sólidas provocam turvações acinzentadas. Um tipo de liga com teor de 3 a 6% de silício é conhecido como liga de tonalidade cinza.
- **Cobre** em quantidades até 0.2% praticamente não exerce nenhuma influência sobre a cor, transparência ou dureza da camada oxidada obtida por anodização. Em quantidades usuais para ligas (grupo alumínio, cobre, magnésio, etc.), esse metal provoca um aspecto desuniforme, manchado de cor acinzentada até acastanhada. Além disso, as ligas com cobre têm acentuada tendência à formação de pontos de corrosão durante o processo de tingimento.
- **Zinco** como liga, não influencia a camada. Adições a partir de aproximadamente 2% provocam apenas turvações insignificantes e praticamente nenhuma alteração de cor desde que não haja combinação com outros elementos.

3.3. Ligas Fundidas com Alto Teor de Silício

Não é fácil obter camadas oxidadas uniforme sobre peças fundidas, como sobre artigos laminados e perfilados (folhas, peças estruturadas, peças semi-acabadas, etc.), devido à estrutura menos homogênea das peças fundidas.

Peças fundidas devem apresentar uma superfície mais lisa e compacta possível, isenta de bolsas de segregação, fissuras ou rachaduras, isto é, uma estrutura finamente granulada. Devido a isso, a fundição em coquilhas é mais apropriada para a anodização do que a fundição em areia.

As peças de fundição convencional com um teor de silício de 10-12% adquirem um aspecto manchado acinzentado até preto. Frequentemente obtém-se apenas um resultado satisfatório, mediante um tingimento posterior em cor preta.

Hoje em dia, estão à disposição ligas para fundição sob pressão que se deixam anodizar e tingir sem manchas, ligas essas de alumínio/ magnésio, isentas de silício.

As demais ligas fundidas são apropriadas apenas para anodização e o tingimento, sem nenhuma exigência às qualidades decorativas.

Para peças fundidas de alumínio, ficou comprovada uma neutralização com o oxalato de amônio (5 a 10 g/l) após a anodização. Adiciona-se ao banho, de preferência, um agente umectante, como por exemplo, **Protetor Anodal FB Líquido**. Com isso obtém-se uma neutralização completa mesmo nos poros mais profundos da camada oxidada. Nesse caso deve-se enxaguar particularmente bem.

3.4. Tratamento Prévio, Mecânico e Químico

As peças de alumínio não podem ser anodizadas e tingidas sem nenhum tratamento prévio. A fim de obter tingimentos impecáveis e uniformes, um tratamento prévio bem controlado é imprescindível. Através do tratamento prévio mecânico, determina-se o aspecto final da estrutura superficial metálica, sendo que as propriedades ópticas da superfície metálica não são alteradas pela transparência ou pelo tingimento da camada. O tratamento prévio químico tem por finalidade a eliminação de substâncias graxas, óleos, inclusões de impureza, resíduos do lixamento e da película oxidada natural. Material com limpeza deficiente obstrui a formação normal da camada anodizada e conseqüentemente leva a tingimentos defeituosos.

Para o tratamento prévio de peças de alumínio destinadas a anodização e ao tingimento, prevalecem as mesmas diretrizes válidas para a anodização incolor.

3.5. Anodização (oxidação)

A premissa para que se ocorra um tingimento bem feito é uma camada oxidada porosa, capacitada para a adsorção satisfatória dos corantes. Acamada naturalmente oxidada pelo contato com o oxigênio do ar não preenche essas exigências e deve ser reforçada mediante uma oxidação artificial. De acordo com o processo de oxidação, obtém-se camadas com

capacidades de adsorção diferentes para os corantes. Para um tingimento decorativo bem sucedido, trabalha-se quase que exclusivamente com camadas oxidadas por anodização.

3.5.1 Anodização Padrão

Todos os dados constantes na presente documentação técnica referem-se à camada anodizada conforme método padrão a seguir, desde que não seja mencionado o processo específico. Esse método está de acordo com os resultados obtidos na prática pelo processo CS = processo com corrente contínua – ácido sulfúrico.

	Anodização padrão	Anodização padrão SANADOL
Ácido sulfúrico (livre)	165 - 225 g/l	165 - 225 g/l
Teor de alumínio	5 - 15 g/l	5 - 15 g/l
Densidade elétrica	1.2 - 1.8 A/ dm ²	1.2 - 1.8 A/ dm ²
Tensão elétrica	12 - 20 V	12 - 20 V
Tipo de corrente	corrente contínua	corrente contínua
Temperatura	17 - 21 ° C	17 - 21 ° C
Duração	25 - 35 min	55 - 75 min
Espessura da camada	12µm	25µm

Em caso de desvios dos processos de anodização padrão acima, deve-se consultar os capítulos a seguir ou os nossos especialistas de alumínio.

3.5.2. Influência do eletrólito e tipo de corrente elétrica sobre as propriedades tintoriais

▪ Processo CS

O processo CS é o processo mais indicado para fins técnicos (= processo com corrente contínua - ácido sulfúrico, também denominado “processo Alumilite”). Esse processo, graças ao excelente poder de adsorção, à falta de coloração própria e à alta transparência da camada de óxido obtida, oferece as condições otimizadas para o tingimento com corantes orgânicos.

▪ **Processo CSX**

Os processos com corrente contínua - ácido sulfúrico modificados, permitem a aplicação de densidades elétricas mais altas (anodização rápida) ou de temperaturas de oxidação mais altas, sem que sejam alteradas as propriedades decorativas ou protetoras da camada anodizada. A modificação consiste num acréscimo de ácido oxálico (processo CSX), ácido cítrico ou semelhante. Através de tais acréscimos, a porosidade e o rendimento tintorial são diminuídos. Obtém-se tingimentos mais claros, muitas vezes de solidez à luz mais baixa, sendo, no entanto, o restante das condições idênticas ao processo convencional. Devido à queda da solidez à luz, esse acréscimo são impróprios para peças tingidas pelo sistema SANODAL.

▪ **Processo CX**

Pelo processo com corrente contínua- ácido oxálico (=processo CX) obtém-se camadas mais grossas e mais resistentes ao desgaste. No entanto, essas camadas apresentam um poder de adsorção de corantes fortemente prejudicado. Além disso, deve-se levar em consideração uma transparência levemente prejudicada e uma possível coloração própria.

▪ **Processo com ácido crômico**

As camadas obtidas pelo processo com ácido crômico (Bengough- Stuart, pigmental, Chromatal) são facilmente tingíveis com corantes ALUMÍNIO e SANODAL. Pelo sobretingimento das camadas opacas, leitosas- acinzentadas, obtém-se tonalidades de cores atrativas semelhantes ao esmalte.

▪ **Processo de anodização dura**

As camadas produzidas pelos processos de anodização dura, freqüentemente apresentam uma forte coloração própria e baixo poder de adsorção de corantes. Apesar desse fato, pode-se alcançar tingimentos de um preto intenso, desde que se trabalhe com corantes selecionados.

▪ **Processos de anodização colorida**

Camadas coloridas de óxido de alumínio, obtidas pelo processo de anodização colorida, processo esse em etapa única, como são usadas na Indústria de Construção, também podem ser sobretingidas pelo sistema de adsorção. Com isso, a seleção de cores para peças de construção pode ser ampliada com tonalidades de cores particularmente atrativas.

A fim de melhorar a tonalidade preta freqüentemente julgada insuficientemente intensa, se for obtida pelo processo de anodização colorida, muitas vezes realizam-se sobretingimentos pretos pelo processo de adsorção.

▪ **Processo AS**

Os processos com corrente alternada- ácido sulfúrico (= AS) não são aplicados com freqüência. Essas camadas são facilmente tingíveis com os nossos corantes. No entanto,

diversos corantes tem forte tendência ao sangramento no banho de selagem, devido ao processo AS.

3.5.3. Influência dos parâmetros do processo CS sobre as propriedades tintoriais

No tingimento por adsorção de camadas oxidadas de alumínio, a coloração resultante não depende apenas do processo de tingimento, mas, pelo menos na mesma ordem de importância, das características da camada oxidada, isto é, dos parâmetros de oxidação. Esse fato nem sempre é observado com a devida atenção pelo profissional da prática. Na procura de causas de tingimentos falhos, é imprescindível a inclusão da oxidação. Oscilações de espessura de camada, não identificados na anodização incolor, poderão manifestar-se nitidamente quando o material for tingido por adsorção, sendo a correção através de providências tintoriais muito restritas.

Tabela Sinóptica

PARÂMETRO DO PROCESSO CS	DESVIO DO PADRÃO	ALTERAÇÃO DA INTENSIDADE DE COR	ALTERAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA CAMADA
Concentração do ácido sulfúrico	Mais alta mais baixa	Mais intensa mais clara	Mais baixa mais alta
Concentração de alumínio	Mais alta Mais baixa	 Levemente mais clara	Estrutura de camada alterada Levemente mais alta
Densidade elétrica (com espessura de camada igual)	Mais alta mais baixa	Mais clara mais intensa	Mais alta mais baixa
Temperatura	Mais alta mais baixa	Mais intensa mais clara	Mais baixa mais alta
Tempo de anodização	Maior menor	Mais intensa mais clara	Mais alta mais baixa
Espessura de camada oxidada	Mais espessa mais fina	Mais intensa mais clara	Mais alta mais baixa

▪ Concentração de ácido sulfúrico

Pelo aumento da concentração de ácido sulfúrico aumenta-se o poder de dissolução. Os poros tornam-se mais cônicos, com um diâmetro médio maior. Como consequência da

maior porosidade (superfície interna), o poder de adsorção (intensidade de cor) aumenta. Pelo processo de dissolução, a concentração do ácido sulfúrico livre diminui cada vez mais durante o uso do banho de anodização. Também o poder de adsorção de corantes diminui gradativamente. Uma boa uniformidade da intensidade de cor é garantida apenas se o teor de ácido sulfúrico livre for mantido em limites muito estreitos.

- **Teor de alumínio**

Até um teor de 5 g/l de Alumínio, o poder de adsorção de corante diminui rapidamente, no entanto, fica praticamente constante com valores mais altos. A uma concentração maior que 15 g/l, o banho perde seu rendimento racional e corre-se o risco de obter irregularidades na camada anodizada. No interesse de uma boa uniformidade de cor recomenda-se manter o teor de alumínio entre 5 a 15 g/l.

- **Densidade elétrica**

A uma densidade elétrica mais alta e igual espessura da camada anodizada, o poder de adsorção de corante é mais baixo devido ao fato que a camada oxidada é exposta durante menos tempo à ação dissolvente do ácido sulfúrico.

Na anodização simultânea de ligas divergentes, conforme o caso, podem ocorrer desvios de densidade elétrica, os quais se manifestam durante o tingimento, em forma de tingimentos desiguais entre as peças. Devido a isso, devem ser anodizadas simultaneamente apenas peças da mesma liga.

- **Voltagem**

A voltagem é resultado dos parâmetros de anodização e da composição da liga. A mesma situa-se normalmente entre 12 a 20 Volts.

- **Temperatura**

O aumento da temperatura provoca um poder dissolvente mais acentuado do ácido sulfúrico, o que resulta em camadas mais moles e mais porosas com poder de adsorção, de corante aumentado. A influência da temperatura é muito marcante, sendo, portanto imprescindível manter a temperatura de anodização em limites muito estreitos. A tolerância é de $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

- **Tempo de anodização e espessura de camada.**

A espessura de camada é praticamente proporcional ao produto de densidade elétrica e tempo de anodização. Em caso de densidade elétrica constante (o que ocorre com aproximação razoável na prática), a espessura de camada e com isso o poder de adsorção de corante é linearmente proporcional ao tempo de anodização. Conseqüentemente, tingimentos intensos exigem camadas correspondentemente espessas. Nas “camadas padrão” de 12 μm , praticamente todas as tonalidades podem ser alcançadas, sob condições de tingimento apropriadas. No entanto, em caso de altas exigências à resistência, é absolutamente necessária que a espessura de camada seja maior do que 12 μm , no interesse

da solidez à luz dependente da quantidade incorporada de corante. Para peças destinadas à arquitetura externa deve-se manter a espessura de camada de 25µm. Espessuras de camadas acima de 30µm não são recomendáveis por motivos de custo e qualidade. Em caso de camadas com menos de 12µm, deve-se restringir a seleção de cores para tonalidades mais claras, devido ao inferior poder de adsorção da camada.

3.5.4 Enxágüe após anodização

O enxágüe das peças anodizadas é uma operação muito importante. Resíduos de ácido sobre a camada oxidada podem provocar tingimentos manchados, bem como podem contaminar os banhos de tingimentos. Como consequência, haveria uma diminuição contínua do poder tintorial e possivelmente até uma alteração química do corante. Devido a isso, deve-se procurar otimizar o processo de enxágüe, sem tempos excessivos de repouso, a fim de evitar a hidratação da camada (isto é, uma selagem prematura), cuja consequência seria um poder de adsorção de corante prejudicado.

3.6. Armazenagem de Peças Anodizadas, Antes do Tingimento

Durante a armazenagem há uma diminuição do poder de adsorção de corante, principalmente em caso de temperaturas ambientais e umidade do ar altas. Devido a isso, deve-se observar que o material seja seco e processado o mais rápido possível. Antes da continuação do processamento do material seco, o mesmo deve ser previamente umectado ou ativado.

Subentende-se que os objetos anodizados devem ser protegidos contra impressões digitais. Sempre que possível, os objetos devem ser tocados com luvas de borracha molhadas. Locais com contaminações ou substâncias oleosas são insuficientemente tingidas e também não se deixam selar impecavelmente.

3.7. Ativação da Camada Anodizada

No processo de ativação, o alumínio é tratado com um ácido após a anodização ou, respectivamente, antes do tingimento. Para esse tratamento servem em princípio todos os ácidos orgânicos e inorgânicos e seus sais ácidos, no entanto, na prática prefere-se trabalhar com ácido nítrico.

Pelo tratamento com ácido sempre há certa dissolução da camada. Consequentemente obtém-se uma camada de maior porosidade e com isso com maior poder de adsorção de corantes. Em caso de material anodizado e armazenado, esse tratamento dissolve em primeiro lugar os produtos de hidratação formados pela umidade atmosférica.

O poder de adsorção de corante aumentado poderá apresentar vantagens por diversas razões. No entanto, sempre se deve levar em conta uma certa diminuição da qualidade da camada, desde que haja uma selagem idêntica.

O processo de ativação é aplicado em primeiro lugar na indústria de placas.

3.7.1. Modo de trabalhar

O alumínio é tratado imediatamente após a anodização ou após a armazenagem (em estado úmido ou já seco), conforme a seguinte prescrição.

Solução	Temperatura	Tempo de Tratamento
10 – 30 % Ácido Nítrico	18 – 25 °C	10 s – 2 minutos

Na prática, às vezes a ativação é realizada por imersão no banho de anodização (corrente elétrica desligada) durante 30 e 60 segundos.

Os dados acima devem ser considerados como exemplo.

As condições da prática devem ser adaptadas aos respectivos fatores industriais.

Após a ativação, as peças devem ser enxaguadas rigorosamente.

3.7.2. Propriedades dos tingimentos sobre camadas ativadas

Um tratamento de ácido mais intenso do que os acima mencionados pode diminuir o brilho, a dureza e até a resistência à corrosão da camada anodizada.

Devido a isso, o tratamento de ácido antes do tingimento não é recomendável para peças destinadas à arquitetura externa.

4. INSTALAÇÕES DE TINGIMENTO, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

As dimensões do tanque de tingimento e o volume de banho devem ser escolhidos de maneira que a carga anodizada possa ser totalmente imersa, sem que as peças sejam reagrupadas.

Mediante a aplicação da técnica de pulverização, o tingimento poderá ser realizado com um volume de banho muito menor (apenas aproximadamente 15 a 20 %). Essa técnica baseia-se na circulação do banho de tingimento, em circuito fechado, através de bombas e pulverizadores.

4.1. Materiais para Tanques de Tingimento

Os tanques devem ser construídos de materiais que preencham os seguintes requisitos:

- Estabilidade térmica até 80°C.
- Resistente a ácidos orgânicos não oxidantes e fortemente diluídos.
- Resistente aos cloretos em concentrações muito baixas.

Como materiais, conseqüentemente são apropriados:

- Aço inoxidável, resistente aos ácidos.
- Matérias plásticas de uma estabilidade térmica média até alta, por exemplo: Poliolefinos (polietileno, polipropileno), cloreto de polivinila (PVC), poliacrilonitrila, poliéster.
- Borracha dura.

Aprovadas particularmente os aços inoxidáveis à base de cromo/ níquel/ molibdênio, tipos V4A ou 316.

Para banhos de pequeno volume pode-se usar tanques plásticos de auto-suspensão. Para maiores volumes são apropriados tanques de concreto, alumínio ou principalmente de aço com revestimento de matéria plástica ou borracha dura. Esses revestimentos podem ser aplicados por brocha, pulverização ou imersão (se necessário curados), ou em forma de folha.

Se, no decorrer de tempo, o revestimento apresentar fissuras ou porosidade, o banho de tingimento pode entrar em contato com o material da construção desprotegido, fato esse que poderá resultar perda de poder tintorial.

4.2. Calefação do Banho

O melhor sistema consiste em agrupar as resistências elétricas ou trocadores de calor, horizontalmente e próximo ao fundo do tanque. Em caso de trocadores de calor em forma de serpentinas, pode-se trabalhar com água quente, vapor ou óleo, como condutor de calor. Também se pode trabalhar com queimadores de gás, agrupados abaixo do fundo do tanque.

O sistema de calefação deve ser construído com material idêntico ao do tanque, já que as exigências à resistência são as mesmas. É vantajoso equipar o sistema de calefação com uma unidade de controle de temperatura.

4.3. Agitação do Banho

Para garantir um equilíbrio da concentração de corante no banho inteiro, o mesmo deve ser agitado.

Em caso de usar-se tanques e objetos pequenos, geralmente basta a agitação criada pela convecção térmica e movimentação das peças. No entanto, em linhas gerais, deve-se equipar os banhos com tubos perfurados, a fim de obter uma agitação reforçada, mediante a injeção de ar comprimido **filtrado**. Principalmente quando se trabalha com corantes sensíveis à oxidação, recomenda-se a agitação por pás ou hélices. O banho também pode ser mantido sob agitação através de uma bomba de circulação.

Neste caso poder-se-ia intercalar um filtro de purificação com a possibilidade de reter eventuais separações de banho. Com essa medida obtém-se um alto grau de limpeza do banho e das peças tingidas.

A velocidade de tingimento diminui rapidamente durante o percurso do processo. Devido a isso, é imprescindível uma boa agitação, especialmente na fase inicial. Principalmente quando se trata de tingimentos claros, uma agitação das peças imediatamente após a imersão, durante o primeiro minuto, pode freqüentemente melhorar a igualização dos tingimentos.

4.4. Isolamento Elétrico

Em caso de usar dispositivos de anodo de titânio e tanques de tingimento metálicos, deve-se evitar qualquer ligação de condutividade elétrica.

Caso contrário, poderão surgir pontos de corrosão nas peças tingidas, devido à formação de uma corrente galvânica entre os dois metais, através da solução de tingimento. Os suportes de titânio deverão ser isolados contra o tanque, mediante materiais são condutivos, como, por exemplo, madeira ou matéria plástica.

5. INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES TINTORIAIS SOBRE A COR

Semelhante aos parâmetros do processo de anodização, também os parâmetros tintoriais exercem uma influência pronunciada sobre os tingimentos.

5.1. Temperatura de Tingimento

A velocidade de tingimento aumenta com o aumento de temperatura.

Conseqüentemente, os tempos de tingimento necessários para uma determinada intensidade de tingimento são mais curtos a temperaturas mais altas. É mais acentuada a dependência de temperatura de selagem que ocorre simultaneamente e retarda, ou em caso extremo até bloqueia, o processo de tingimento. Como conseqüência, o processo de tingimento é bloqueado a altas temperaturas, antes que seja possível alcançar a intensidade de cor desejada. A selagem simultânea dificulta a inversão do processo tintorial (“absorção”). Tingimentos produzidos a alta temperatura sangram menos na água, por exemplo, por ocasião de selagem e deixa-se desmontar apenas com dificuldade. À temperatura ambiente é possível obter tingimentos mais intensos, no entanto, necessitando tempos de tingimento demasiadamente longos. A faixa de temperatura entre 55 e 65°C representa um compromisso otimizado entre a intensidade de cor alcançável e um tempo de tingimento econômico.

Temperaturas de tingimento recomendadas

55 a 65°C	Temperatura de tingimento padrão, especialmente para tingimentos intensos, com tendência ao sangramento no banho de selagem.
Temperatura ambiente	Para tingimentos a serem desmontados parcialmente (placas multicolores). Para tingimentos claros e banhos de tingimento com estabilidade térmica deficiente. A menor velocidade de tingimento pode ser pensada por concentração de corante mais alta e tempos de tingimento mais longos.
Acima de 80°C	Para tingimentos com tendência ao sangramento extremamente forte no banho de selagem (pelo tingimento a 80°C, a obtenção de tonalidades intensas e a amostragem em dependência de tempo são dificultadas).
20 a 50°C	Para peças fundidas (inibição de pontos não tintos).

Tempo de Tingimento

Normalmente tinge-se na faixa de 5 até 15 minutos.

Mediante variação do tempo de tingimento e amostragem em intervalos definidos, diferenças de cor devido à anodização defeituosa poderão ser igualizadas até um certo limite. É recomendável não limitar demasiadamente o tempo de tingimento, caso contrário poderia surgir diferenças de cor entre os diversos lotes. Principalmente com misturas de corantes, essa tendência é negativamente influenciada. Também por razões de solidez é aconselhável manter um tempo de tingimento mínimo de 5 minutos, mesmo em caso de tonalidades claras. Em linhas gerais, concentrações fracas de corantes combinados com tempos longos de tingimento resultam em concentrações altas com tempos curtos.

Para objetos sem maiores exigências à solidez, o tempo de tingimento pode ser limitado consideravelmente, desde que haja um aumento correspondente na concentração do corante. Tempos de tingimentos muito curtos como, por exemplo, alguns segundos, provocam em muitos corantes uma maior tendência ao sangramento, durante a selagem.

Os corantes da CPA assinalados com a letra C no sufixo, apresentam uma montagem muito rápida, sendo que o tempo de tingimento pode ser muito curto.

Tempos de tingimentos acima de 30 minutos não proporcionam nenhuma vantagem adicional. Se não for alcançada a intensidade desejada dentro desse tempo dever-se-á procurar as causas da interferência (por exemplo, camada anodizada demasiadamente fina,

concentração de corante demasiadamente fraca, contaminação do banho de tingimento por substâncias alheias.).

As marcas inorgânicas, como por exemplo, Ouro Sanodal 4N, podem ser tingidas em tempos muito limitados (por exemplo, entre 30 segundos e 5 minutos), sem que a solidez à luz seja prejudicada.

5.2. Valor pH

Geralmente a faixa otimizada de pH para tingimentos situa-se entre 5 e 6. No entanto, alguns corantes necessitam de uma faixa de pH entre 4 e 5, a fim de obter um poder de montagem suficiente.

Em linhas gerais, o poder de adsorção de corantes da camada anodizada aumenta com o valor pH decrescente. Com consequência de uma concentração aumentada de íons de hidrogênio, há uma maior oferta de pontos de carga positiva, pontos esses com maior atividade de adsorção, nos quais podem agregar-se os corantes aniônicos de carga negativa. No entanto, há uma limitação inferior de pH, sendo que, abaixo de pH 4 começa a dissolução parcial da camada anodizada. Porém, também em valores de pH mais altos pode ocorrer uma dissolução de alumínio em quantidades minúsculas, quantidades essas que podem provocar uma precipitação ou uma inativação parcial do corante. Ainda, alguns corantes apresentam uma instabilidade química a valores pH baixos ou precipitam devido à diminuição da solubilidade.

5.3. Concentração de Corante

Na prática escolhe-se a concentração de corantes de tal maneira que se obtenha a intensidade de cor desejada, sob as condições de processamento existentes (valor pH, tempo e temperatura de tingimento). As condições deverão ser selecionadas de tal forma que se possa tingir o alumínio à concentração de corante mais baixa possível.

Também na prática trabalha-se com concentrações de até 5 g/l de corante. Para tingimentos pretos usam-se concentrações substancialmente mais alta. Com Ouro Sanodal 4N, a concentração tem apenas uma influência insignificante sobre a intensidade da cor. Concentrações altas apresentam uma melhor estabilidade de solução.

Baseado na lei de adsorção, a quantidade de corante adsorvida pela camada oxidada, sob determinadas condições, aumenta com a crescente concentração de tingimento. No entanto, essa lei é válida apenas até a saturação do poder de adsorção da camada oxidada. Nesse caso, um aumento adicional da concentração de corante no banho não provoca mais nenhum aumento de intensidade da cor na camada oxidada. Pelo contrário, ocasionalmente pode-se observar até uma diminuição da intensidade da cor, a qual são causadas pela competição da adsorção de corante por substâncias alheias, incolores (impurezas).

O custo de produção de um tingimento não é dependente da concentração de corante, mas sim, da quantidade de corante adsorvido pela camada anodizada e gasta por processos de enxágüe e renovação de banho. A relação custo/eficiência de dois corantes, conseqüentemente poderá ser comparada apenas levando-se em consideração também o

esgotamento dos banhos após um período prolongado de aplicação. Os corantes da CPA são fornecidos em forma concentrada.

As concentrações de corante mencionadas em catálogos, cartelas ou outra documentação técnica, geralmente são válidas para um tempo de tingimento de 15 minutos e para uma temperatura de 60°C. Por via de regra esses dados referem-se a uma anodização padrão de 12µm.

Sobre camadas anodizadas mais grossas, a concentração de corante poderá ser reduzida substancialmente, mantendo-se a intensidade de cor inalterada. Com uma concentração de corante constante obtém-se tingimentos muito mais intensos sobre camadas anodizadas grossas do que sobre camadas padrão.

5.4. Impurezas Dissolvidas

Impurezas dissolvidas em forma de íons no banho de tingimento, influenciam o processo de tingimento.

Essas impurezas entram em competição com os corantes durante a adsorção dos mesmos, provocando tingimentos mais claros. Resíduos de ácidos monovalentes, como nitratos, acetatos, formatos não são prejudiciais, pelo contrário, os mesmos podem até favorecer o processo de tingimento. Cloritos são prejudiciais devido à corrosão galvânica.

Como prejudiciais podem ser considerados os ânions polivalentes e principalmente os ânions que formam complexos como fosfatos, silicatos e fluoretos. Os mesmos podem bloquear totalmente o processo de tingimento, mesmo em quantidades mínimas.

As impurezas encontradas com maior frequência na prática, são os sulfatos e alumínio. Os mesmos ocupam uma posição intermediária. A sensibilidade dos corantes frente às impurezas pode variar de corante para corante.

Não há possibilidade prática de eliminar os íons alheios. Devido a isso, deve-se renovar o banho após exceder um determinado acúmulo-limite. A fim de obter uma vida útil mais longa possível dos banhos de tingimento, deve-se zelar para que a contaminação seja a mínima possível.

Para isso recomendam-se as seguintes providências:

- enxágüe rigoroso das peças anodizadas, antes do tingimento, a fim de manter a contaminação por sulfatos e alumínio no banho de tingimento a mais baixa possível.
- Manter o pH conforme recomendações. A dissolução de camada anodizada provocada por valores pH mais baixos contamina o banho de tingimentos.
- Cobrir os banhos de tingimento, quando os mesmos não estiverem em uso, a fim de evitar a contaminação por soluções de tratamento que possam escorrer de peças levantadas.

- Use apenas produtos químicos apropriados, a fim de manter o banho de tingimento em perfeitas condições de uso.

5.5. Impurezas não dissolvidas

Impurezas insolúveis não exercem nenhuma influência sobre a adsorção. No entanto, as mesmas podem perturbar a difusão dos corantes ao interior dos poros.

Partículas de impurezas e particularmente partículas oleosas tendem a depositar-se sobre a superfície da camada anodizada e causam tingimentos desuniformes ou formação de filmes não desejados, devido ao efeito de reserva. Impurezas coloidais podem penetrar nos poros, obstruindo o processo de tingimento. Apesar de uma concentração de corante e tempo de tingimento satisfatório, essa obstrução resultaria em tingimentos mais claros.

A fim de evitar partículas de óleo, deve-se usar ar comprimido totalmente isento de óleo para a agitação do banho.

As demais contaminações ou precipitações insolúveis no banho de tingimento, poderão ser eliminadas mediante equipamentos de filtração apropriados, usando-se filtros com porosidade entre 8 e 15 μ m.

6. CONTROLE DOS BANHOS DE TINGIMENTO

Os fatores que determinam o sucesso do tingimento podem ser subdivididos em duas categorias, ou seja:

- Fatores da camada anodizada

freqüentemente esquece-se na prática que também as qualidades da camada oxidada (capacidade de adsorção) são de primordial importância para a obtenção de resultados satisfatórios no tingimento.

Tingimentos uniformes podem ser esperados apenas se as propriedades da camada anodizada forem mantidas constantes sobre toda a peça, de peça em peça e de lote em lote. Os fatores que determinam a uniformidade da camada anodizada já foram enumeradas anteriormente e podem ser considerados como conhecidos. Eventuais divergências de anodização apresentam conseqüências muito mais visíveis após o tingimento do que em peças anodizadas incolores ou após o tingimento eletrolítico com sais metálicos. Dessa forma, para os tingimentos de adsorção são impostas exigências mais altas, quanto à formação da camada anodizada.

- Fatores do tingimento

Os seguintes fatores são relevantes :

- Temperatura de tingimento
- Tempo de tingimento
- Valor pH do tingimento
- Concentração do corante
- Poder tintorial

O controle do tempo de tingimento e do valor pH não apresenta problemas. No entanto, a determinação da concentração do corante e do poder tintorial já é uma tarefa mais complexa. Devido ao esgotamento, evaporação, contaminação e reforço da concentração do corante, o banho está sujeito a constantes mudanças. Porém, um ajuste da concentração ainda não é suficiente para restabelecer as condições originais, devido ao fato de que o poder de adsorção do corante é constantemente diminuído pelo acúmulo de contaminações dissolvidas no banho. A relação percentual do corante esgotado de um banho recém – preparado e um banho contaminado é denominado “poder tintorial relativo”, sendo que, a concentração do corante não precisa ser obrigatoriamente igual nos dois banhos.

A fim de corrigir o poder tintorial diminuído, deve-se reforçar a concentração de corante acima da concentração original e/ou o banho deve ser parcialmente renovado. Em caso extremo, deve-se renovar totalmente o banho de tingimento. As devidas correções podem ser feitas empiricamente ou de acordo com as prescrições de teste abaixo discriminado.

6.1 . Valor do pH

6.1.1. Medição

A solução mais apropriada para a determinação do valor pH de soluções de corantes para alumínio é a medição com potenciômetros elétricos com eletrodos de vidro para medição de pH.

O método mais simples mediante indicadores de coloração tem aplicação apenas muito restrita, devido à coloração própria das soluções.

A medição de pH pode ser diretamente no banho de tingimento, ou melhor, mediante uma amostra do banho, previamente arrefecida à temperatura ambiente. As indicações de pH no capítulo 11.2 referem-se a uma temperatura de medição de 20°C.

6.1.2. Valor pH Intrínseco dos Corantes

O valor pH intrínseco dos corantes, dependente da concentração aplicada e da dureza d'água, pode ser incluída na tabela, vide item 11.2.

Dentro das possibilidades práticas, o valor pH dos corantes é ajustado durante a sua fabricação que resulte após a dissolução um valor pH apropriado para o tingimento, levando-se em consideração uma concentração de uso média e uma qualidade de água com dureza d'água usual. Em concentrações baixas e água dura, o valor pH desloca-se para um valor ao redor de 7.

6.1.3. Faixas de pH Recomendadas

Na tabela sob o item 11.2. pode-se extrair a faixa otimizada de pH separadamente para cada corante. Em linhas gerais há uma predominância na faixa de pH entre 5 e 6.

6.1.4. Ajuste e Estabilização do Valor pH por Tamponamento

No decorrer dos tingimentos não se pode deixar que o valor pH seja influenciado por ácido de anodização arrastado, dureza d'água, evaporação etc., devido a isso é recomendável adicionar ao banho de tingimento um tampão apropriado, a fim de estabilizar o valor pH.

Acréscimos de tampão asseguram valores pH uniformes durante tempos prolongados e com isso tonalidades inalteradas entre os diversos lotes. Porém, também oscilações locais de pH podem causar diferenças de cor em peças isoladas ou entre as peças de um lote, as quais podem ser inibidas pelo acréscimo de um tampão. Essas oscilações locais de pH surgem principalmente devido à falta de uma agitação do banho satisfatória e no tingimento de peças com estruturas muito complicadas (cavidades). Em água desmineralizada as soluções tampão substituem o efeito de tamponamento natural da dureza d'água.

São usados em primeiro lugar os tampões de acetato:

- Campo de aplicação:

Para todos os corantes da faixa de pH recomendada entre 5 e 6 .

- Faixa de pH intrínseco entre 5.5 e 5.8.

- Produtos químicos:

8 g/l acetato de sódio cristalizado (P.M. 136, $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)
+0.4 g/l ácido acético 100% (P.M.60, CH_3COOH)

- Correção do valor pH

-Aumentar o pH com soda cáustica diluída ou eventualmente amoníaco.

-Abaixar o pH com ácido acético diluído.

- Modo de trabalhar:

Para cada metro cúbico de banho de tingimento são adicionados ao mesmo:

8 kg acetato de sódio cristalizado e

x kg ácido acético, em concentração usual de mercado (correspondente a 0.4 kg ácido acético 100%), dissolvido no volume quántuplo de água. Uma correção posterior é possível, se outro ajuste for necessário.

6.2. Determinação da Concentração de Corante

Damos abaixo o resumo dos dois métodos mais importantes:

6.2.1. Determinação Visual de Concentração

A mesma pode ser feita pela avaliação da intensidade de cor em comparação com uma solução padrão ou respectivamente solução usada, x – vezes diluída.

A solução com coloração mais intensa (geralmente é a solução padrão) é diluída com água até que a intensidade de cor coincida com a solução mais fraca. Baseado nos dois volumes de líquido, pode-se calcular a diferença de concentração.

6.2.2. Determinação Fotométrica da Concentração

Compara-se o valor de extinção de uma amostra do banho, previamente diluída, com o da solução padrão diluída na mesma proporção, solução esta que apresenta a concentração original do corante. Pela comparação dos valores de extinção, determinados no espectrofotômetro, pode-se calcular a concentração efetiva do corante em g/l do banho em uso.

Este método é muito exato e sua execução é rápida, sendo que é usado cada vez mais na indústria. O método, no entanto, capta apenas o teor total do corante e não as substâncias alheias eventualmente existentes no banho de tingimento, como, por exemplo, sulfato de alumínio etc, substâncias essas que possam prejudicar o poder de montagem do corante. Devido a isso, ainda deve-se determinar o poder tintorial do banho.

6.3. Determinação do Poder Tintorial

Esse fator tintorial muito importante pode ser determinado visual ou fotometricamente. O método visual, no entanto, fornece apenas valores aproximados.

6.3.1. Determinação Visual do Poder Tintorial

Efetua-se no laboratório tingimentos comparativos, sob condições idênticas às da prática, de um lado, mediante uma solução padrão preparada na hora e de outro lado mediante o banho em uso na prática. A diferença de intensidade de cor pode ser estimada pela comparação visual dos dois tingimentos, deduzindo daí o poder tintorial.

6.3.2 Determinação fotométrica do poder tintorial relativo

Compara-se a quantidade de corante efetivamente adsorvida pela camada anodizada de uma solução recém-preparada (solução padrão) e do banho em uso (da prática). Nesse teste, as condições de tingimento podem ser divergentes (por exemplo, concentrações de banho diferentes, etc.). A medida para a diminuição do poder tintorial do banho em uso é representada pelo quociente dos valores de extinção dos tingimentos extraídos (preparação de soluções de extração análogas dos dois tingimentos a serem comparados). Baseado no poder tintorial relativo em % , calculado desses valores, a quantidade de corante que falta efetivamente no banho usado pode ser estimado.

A determinação do poder tintorial relativo é de importância primordial, sendo que a mesma fornece uma informação exata sobre o estado do banho usado, ao contrário da determinação de concentração.

Esse método de teste deve ser aplicado em primeiro lugar em todos os casos nos quais são impostas altas exigências à solidez ao produto acabado.

7. PREPARÇÃO, MANUTENÇÃO E VIDA ÚTIL DOS BANHOS DE TINGIMENTO

7.1 Qualidade d'Água

Na medida do possível, deve-se usar para a dissolução dos corantes e preparação dos banhos de tingimento, água desmineralizada, água potável ou respectivamente água de rua límpida com baixo teor de dureza. Água com alto grau de dureza pode inibir o poder tintorial, em caso de corantes com alta sensibilidade aos sulfatos.

Água não apropriada pode conduzir ao sangramento excessivo no banho de selagem, resultando em tingimentos mais claros. Ainda, a água de qualidade imprópria pode causar precipitações e turvações no banho. Água com agente sequestrante não é apropriada. Ainda, deve-se observar especialmente que a água seja praticamente isenta de cloretos, fosfatos, silicatos e ferro. Água desinfetada com cloro pode ser usada.

Condutividade recomendada da água de lavagem antes do tingimento

	Superior	Set point	Inferior
Condutividade:	200 μ	150 μ	140 μ

7.2. Preparação do Banho de Tingimento

- Enche-se o tanque previamente limpo até aproximadamente 80% do volume total necessário, com água de qualidade apropriada e eleva-se a temperatura aproximadamente à temperatura de tingimento prevista.
- A quantidade de corante calculada é pesada e empastada num balde com a mesma quantidade até o dobro de água quente, até que se obtenha uma pasta homogênea, isenta

de pelotas. Em seguida, adiciona-se sob agitação aproximadamente 20 vezes mais água, o mais quente possível, em relação ao corante pesado.

- Agita-se até a dissolução completa do corante. Para as marcas pretas, geralmente bastam 5 a 10 partes de água para 1 parte de corante. *Controle do estado de dissolução:* Algumas gotas sobre papel filtro não devem apresentar nenhum resíduo. Se necessário, o processo de dissolução deve ser apoiado, mediante elevação da temperatura até o ponto de ebulição. Se a capacidade do balde não for suficiente para a dissolução, recomenda-se dissolver o corante em diversas porções.
- Ligar a bomba de circulação do banho.
- Adicionar a solução-mãe límpida, filtrando-a por uma tela fina ou filtro de gaze, a fim de evitar que partículas não dissolvidas alcancem o banho.
- Para uma perfeita homogeneização deve-se misturar o banho durante aproximadamente 15 minutos.
- Se necessário, adicionar os tampões previamente dissolvidos ou diluídos, respectivamente.
- Completar o volume de água.
- Ajustar a temperatura de tingimento.
- Controlar o valor pH e, se necessário, corrigir.

Em linhas gerais, os corantes ALUMÍNIO e SANODAL apresentam uma boa solubilidade na água. No entanto, alguns poucos corantes, como o Azul Alumínio 2LW e especialmente o Azul Sanodal G, não são totalmente solúveis nas quantidades de água anteriormente mencionadas. Esses corantes são adicionados assim mesmo, em forma pré-diluída, sendo que a suspensão é espalhada vantajosamente sobre todo o banho de tingimento. O estado de dissolução, nesse caso, é controlado no banho pronto.

A prática demonstrou que as propriedades tintoriais finais se estabelecem apenas após um determinado tempo. Devido a isso, recomenda-se preparar o banho alguns horas antes do início do tingimento. Essa recomendação é particularmente válida para o Preto Escuro MLW. Esse tempo de espera pode ser reduzido, elevando-se a temperatura até a ebulição. Marcas líquidas de corantes podem ser adicionadas ao banho sem dissolução prévia.

7.3. Correção do Poder Tintorial Mediante Reforço de Corante

Como se trabalha principalmente com banhos permanentes sobre períodos prolongados, é imprescindível não apenas um controle constante do valor pH, de temperatura, e do tempo de tingimento, como também do estado do banho, isto é, a concentração de corante e o poder tintorial. De um lado, a concentração do corante no banho diminui constantemente pela incorporação na camada anodizada. Esse gasto pode ser substituído facilmente através

de um reforço em corante, baseado na determinação da concentração. De outro lado, no entanto, o poder de montagem do corante permanecendo no banho diminui constantemente, devido à contaminação por substâncias inibidoras ao tingimento, geralmente em forma de alumínio e sulfato proveniente do eletrólito do banho de anodização. Devido a esse fato, mesmo após o reforço até a concentração original do banho, os tingimentos podem ficar mais claros. Nesse caso, é imprescindível elevar a concentração acima do nível original, a fim de compensar o poder de montagem diminuído. O termo “poder tintorial”, conforme a sua definição, engloba a concentração e o poder de montagem. conseqüentemente, a quantidade de corante a ser acrescentada pode ser aproximadamente estimada, através de uma determinação do poder tintorial.

A determinação experimental do poder tintorial é relativamente dispendiosa. Devido a isso, na prática dá-se preferência ao seguinte processo:

Em caso de um lote de produção resultar em tingimento mais claro que o padrão, examina-se em primeiro lugar a espessura da camada anodizada, bem como os parâmetros tintoriais. Se não for observado nenhum desvio, pode-se concluir que o poder tintorial diminuiu. Sendo que o tempo de tingimento recomendado de 5 a 15 minutos, ainda não for atingido o equilíbrio tintorial, a diferença de cor pode ser compensada pelo prolongamento do tempo de tingimento, no entanto, apenas dentro de certas limitações. Se com essa medida não for possível alcançar a intensidade original da cor, poder-se-á adicionar ao banho de tingimento da produção pequenas porções de corante, dosadas pela experiência prática, até que se obtenha novamente a intensidade de cor padrão. No entanto, recomenda-se controlar o acréscimo de corante, baseado em experiências de laboratório. Como padrão serve uma solução recém-preparada. Provas do banho de tingimento da prática são reforçadas com corante, por exemplo, em graus de 10 em 10% sobre a concentração original. Nas provas de banho assim preparadas, bem como na solução padrão, são feitos tingimentos sob condições idênticas às da prática, sobre amostras de alumínio provenientes da mesma chapa e anodizadas sob condições idênticas. Em seguida, compara-se visualmente a escala de tingimentos assim obtida com o tingimento padrão. Se obtivermos um tingimento idêntico ao padrão, corrigir-se-á a concentração do banho da prática de acordo com o aumento da concentração do corante da respectiva amostra.

Se o reforço do corante ultrapassar 50% de concentração original, ou se não for mais possível alcançar a intensidade padrão, dever-se-á renovar o banho de tingimento parcial ou totalmente.

7.4. Correção do Poder Tintorial, Mediante Renovação Parcial do Banho

O acúmulo de substâncias inibidoras do tingimento não pode ser evitado, nem existem meios praticáveis para a sua eliminação ou remoção. Devido a isso, após um determinado tempo e dependente das condições locais, a inibição do poder de montagem não poderá ser mais compensada por reforços com corante. Nesse caso o banho de tingimento deve ser totalmente renovado. Semelhante à manutenção do banho eletrólito pode-se prolongar a vida útil do banho de tingimento, através de uma renovação parcial periódica. Para isso drena-se um certo volume do banho usado depois de determinados intervalos de produção o

substituído pelo mesmo volume de banho novo, substituindo ao mesmo tempo a perda de corante e tampão.

Através da eliminação parcial, de contaminação do banho, alcança-se um estado de banho constante sobre um período prolongado e com isso tingimentos uniformes e inalterados. O volume e a frequência desta renovação parcial periódica devem ser baseados sobre valores de prática. Determinações de concentração e poder tintorial em intervalos regulares fornecem indicações valiosas. Se, por exemplo, espera-se uma vida útil de um determinado banho de tingimento de aproximadamente 12 meses sem renovação parcial do banho, por via de regras, poder-se-á esperar um estado de banho mais uniforme, se houver uma renovação parcial de um doze avos do volume total após cada mês.

7.5. Correção do pH

Para o ajuste do valor pH são apropriados principalmente os seguintes reagentes:

Ácidos

- Ácido Acético, em linhas gerais é apropriado para todas as faixas de pH, especialmente para a faixa fracamente ácida.
- Ácido Fórmico é apropriado especialmente para a faixa de pH entre 4 e 5.
- Ácido Sulfúrico, ou melhor, ainda Ácido Oxálico para Ouro Sanodal 4N.

Álcalis

- Soda cáustica
- Amoníaco

Os reagentes são adicionados ao banho de tingimento em forma diluída, ou seja:

- Ácido acético e ácido fórmico: diluir para concentrações abaixo de 50%.
- Ácido sulfúrico, soda cáustica, amoníaco: diluir para concentrações abaixo de 20%.
- Ácido oxálico: dissolver em água quente, solução 5%.

É vantajoso determinar previamente o valor de pH e realizar a correção no laboratório, mediante uma amostra do banho, a fim de fixar a quantidade necessária de reagente. Em seguida, testa-se o comportamento tintorial da amostra de banho corrigida. Em caso de resultado positivo, calcula-se a quantidade do reagente necessário para o banho da prática e realiza-se a correção.

O controle do valor do pH do banho de tingimento deve ser feito periodicamente (diariamente). Em caso de não dispor de um potenciômetro para medição do pH ou se o objetivo for o controle a intervalos mais longos, o valor do pH do banho de tingimento deverá ser estabilizado com um sal tampão.

7.6. Renovação ou Troca de Banho

Apesar de uma vida útil relativamente longa, os banhos deverão ser renovados parcial ou totalmente, de tempo em tempo. Não é possível dar recomendações gerais sobre a renovação parcial ou total dos banhos, sendo que as condições são fortemente dependentes das circunstâncias locais. Apenas para o sistema SANODAL é definido o estado do banho que exige a renovação.

7.7. Armazenamento e Tempo de Vida Útil dos Banhos de Tingimento

As soluções com corantes Alumínio e Sanodal podem ser guardadas durante meses ou até anos, sem perda de eficiência, desde que sejam tomadas as devidas precauções. Para isso é imprescindível que os seguintes pontos sejam observados:

- Tanques construídos de material apropriado:
- Guardar as soluções em recipientes fechados.
- Evitar a contaminação com substâncias alheias que possam prejudicar a estabilidade e as propriedades tintoriais do banho. Trata-se, em primeiro lugar, de sais de alumínio, os quais deverão ser eliminados mediante o enxágüe rigoroso das peças anodizadas.
- Manter constante o valor do pH dos banhos, mesmo em caso de não usá-los.
- Evitar a formação de fungos na superfície do banho.

Se for observada a formação de uma camada de fungos, a mesma deverá ser removida da superfície do banho. Em seguida, deverá ser adicionado um agente de conservação de efeito anti-séptico, como por exemplo, SANIPROT 94-08, aplicado na quantidade de 30 – 50 mg/l. A formação de fungos é relativamente rara, quando se usam corantes Sanodal ou Alumínio, pois estes corantes já contêm um agente de conservação.

- Usar apenas uma qualidade aprovada de água para a preparação dos banhos.

7.8. Tratamento de Efluentes

Os banhos de tingimentos desgastados, isto é, fora de condição de uso, bem como os banhos de enxágüe fortemente coloridos são descoloridos, antes de serem liberados para uma planta de tratamento de efluentes, usando sais de Ferro e **ANODAL WT-1 Líquido**.

Para maiores detalhes consulte nossos técnicos.

7.9. Gasto de Corante

O gasto de corante por m² de superfície é composto de

- adsorção de corante pela camada anodizada
- perdas de arraste

- renovação periódica dos banhos

De acordo com o tipo de corante, o gasto oscila geralmente entre 3 e 7 g/m². Para as marcas Pretas e Ouro Sanodal 4N necessitam-se 10 a 25 g/m² de superfície.

7.10. Remoção de Impurezas Insolúveis

Precipitações e outras impurezas sólidas podem ser eliminadas dos banhos mediante a filtração.

Na prática ficaram aprovadas, por exemplo, as instalações de filtração usadas para a limpeza dos banhos na galvanotécnica, com porosidade de filtros de 8 a 15 µm. Não se deve usar filtros com carvão ativo, sendo que os mesmos adsorvem os corantes, diminuindo dessa maneira a eficiência tintorial dos banhos (diminuição da concentração de corante).

Um filme oleoso na superfície dos banhos nem sempre pode ser evitado. Observou-se na prática que uma agitação vigorosa em intervalos regulares é muito vantajosa para minimizar o efeito negativo desses filmes. A formação de filmes oleosos pode ser inibida em muitos casos pela adição de um agente umectante não iônico, como por exemplo, Protetor Anodal F Líquido (adição de no máximo 0.1 g/l). Se essa providência não surtir efeito, dever-se-á remover o filme (praticamente invisível) da superfície do banho. A remoção pode ser realizada com papel transparente, como por exemplo, papel de jornal velho e seco, ou produtos absorvedores de óleo em forma de cubos, flocos, escamas, etc, como são usados no combate a poluição por óleo em águas naturais.

8. TINGIMENTOS ESPECIAIS

8.1. Tingimento com Misturas de Corantes

Na medida do possível dever-se-á evitar o emprego de misturas de corantes. Isso freqüentemente requer a boa vontade do cliente ou consumidor, quanto à aceitação de uma determinada tonalidade. Se, no entanto, o uso de misturas for inevitável, dever-se-á restringir às combinações binárias, por motivos de reprodutibilidade. Levando-se em consideração certos critérios, a maioria dos corantes Alumínio e Sanodal poderão ser misturados entre si, desde que não trate de artigos para arquitetura externa.

No tingimento com misturas de corantes, poderão surgir desvios de tonalidade, após um determinado tempo de uso, devido às divergências de substantividade dos corantes (velocidades de montagem divergentes). Devido a isso, recomenda-se apenas a aplicação de misturas aprovadas. Corantes com valores de pH muito divergentes não deverão ser misturados entre si.

Por outro lado, não devem ser combinados corantes com o sufixo “C” com outros que não tenham esse sufixo. Ainda, deve-se levar em consideração a sensibilidade divergente dos corantes para com os íons de alumínio e sulfato.

Em caso de surgirem dificuldades na aplicação de misturas de corantes, recomenda-se consultar os especialistas da CPA.

8.2. Tingimento de Camadas de Conversão

A camada de conversão sobre o alumínio, formada pela oxidação química, pode ser tingida com corantes Alumínio e Sanodal selecionados. No entanto, de acordo com o processo de fabricação da camada de conversão, não será possível obter tonalidades relativamente intensas. A solidez à fricção desses tingimentos ainda deixa muito a desejar.

Em caso de interesse específico, poderão ser solicitados maiores detalhes sobre produtos químicos para a cromatização e corantes apropriados para o tingimento de camadas de conversão.

8.3. Tingimento em Solvente Orgânico

Ao contrário dos corantes Alumínio e Sanodal, solúveis em água, os Corantes Savinyl são tingidos em solventes orgânicos como por exemplo, acetona, metiletilcetona, etanol, etc. Os corantes Savinyl são adsorvidos muito rapidamente, alcançando-se uma saturação da camada anodizada após aproximadamente 1 minuto. Também é possível aplicar os corantes Savinyl dissolvidos nos solventes acima mencionados, mediante pincel, brocha ou por pulverização. No entanto, deve-se observar que a camada anodizada seja absolutamente seca, antes da aplicação.

8.4. Tingimento de Peças para Arquitetura Externa pelo Processo Sanodal

O alumínio anodizado para peças de construção sólidas à luz e às intempéries, deverá ser tingido exclusivamente com corante Sanodal e pelo processo Sanodal.

No sistema Sanodal alcança-se uma alta solidez à luz às intempéries pelas seguintes medidas:

- Aplicação de corantes selecionados que comprovam em exposições externas e prolongadas durante anos (exposição às condições naturais de intempéries).
- Formação de uma camada anodizada mínima de 25µm, em média.
- Adsorção de uma quantidade mínima de corante, para intensidades especificadas, pela camada anodizada.
- Selagem realizada com produtos especiais à base de sais de níquel.

Ainda, a fim de obter alta solidez à luz às intempéries, é necessário controlar bem o processo de tingimento, sendo os seguintes pontos de suma importância:

- Teor de corante no banho de tingimento.
- Poder tintorial relativo.

Obviamente, os corantes SANODAL também poder ser usados para peças não destinadas para arquitetura, sendo que para esses casos, as prescrições SANODAL não precisam ser mantidas.

8.5. Sobretingimento de Peças Coloridas por Processos Eletrólitos ou Processos Integrais

Pelo sobretingimento de

- tingimentos eletrólitos com sais metálicos ou
- anodização colorida (tingimento integral),

com corantes Alumínio e Sanodal, é possível alcançar tonalidades atrativas, intermediárias entre a cor de bronze e as tonalidades vivas. Tais tingimentos combinados podem ser usados para peças de alumínio para arquitetura sólidas às intempéries, desde que se trabalhe com uma camada anodizada de 25µm no mínimo e desde que o sobretingimento seja realizado exatamente pelo sistema Sanodal.

8.6. Produção de Artigos de Alumínio Policromáticos

Existem disponíveis diversas técnicas para a produção de acabamentos policromáticos sobre alumínio anodizado. A seleção do processo apropriado é dependente das instalações locais.

8.6.1. Processo de impressão de reserva

Aplica-se uma camada protetora contra o tingimento (= reserva) sobre a superfície anodizada, através da impressão “off-set” ou “silk screen”. A área não protegida pela reserva é tingida em seguida com corantes ALUMÍNIO E SANODAL (corantes solúveis em água). O produto INCOLOR ALUPRINT B-3R serve para a produção de impressões de reserva resistentes à corrosão, sobretingimento e sobre anodização pelo processo “silk screen”.

8.6.2. Impressão direta

As partes de impressão tingem diretamente a camada anodizada alcançada. Trata-se das pastas coloridas ALUPRINT B-3R. O excesso de pasta colorida ALUPRINT B-3R é de fácil remoção, após a selagem com água.

Após a secagem, as pastas coloridas ALUPRINT B-3R tornam-se resistentes contra corrosão alcalina, bem como contra o sobretingimento e a sobre anodização. No entanto, é necessário que as impressões seladas sejam limpas dos resíduos da pasta de impressão, mediante solventes orgânicos.

8.6.3. Processo de cópia direta

Sobre a camada anodizada aplica-se uma camada de reserva fotossensível. Esse revestimento sensível à luz é exposto à iluminação sob um negativo fotográfico. Nos locais não endurecidos esse revestimento deixa-se remover mediante uma lavagem em meio aquoso e em seguida tingir em solução aquosa com corantes ALUMÍNIO ou SANODAL ou em solvente orgânico com corantes SAVINYL.

9. TRATAMENTO APÓS O TINGIMENTO

9.1. Enxágüe e Armazenagem dos Tingimentos

Após o tingimento, as peças devem ser bem enxaguadas, a fim de remover o corante apenas superficialmente aderido à camada anodizada. Geralmente, os tingimentos são selados logo em seguida.

Tingimentos a serem impressos são secos cautelosamente a 20/50°C. Tingimentos com tendência ao sangramento deverão ser guardados a seco e não na água. As peças tingidas não devem ser tocadas com as mãos, antes da selagem.

9.2. Descoloração por Desmontagem dos Tingimentos

Em caso de verificar-se um desvio da cor desejada, por ocasiões da amostragem contra a cor padrão, os tingimentos deixam-se facilmente clarear ou desmontar, antes do processo de selagem.

No emprego de ácido nítrico ou sulfúrico, a camada anodizada permanece praticamente inalterada, sendo que as peças de alumínio possam ser retingidas. Na produção de artigos policromáticos trabalha-se também pelo método de desmontagem. Os locais das peças anodizadas e tingidas que devam manter a primeira coloração são cobertos por uma pasta de reserva, geralmente pelo processo de impressão “off-set”. Dessa maneira, pode-se obter desenhos policromáticos pelos processos de reserva, desmontagem, retingimento com um corante diferente, nova reserva, etc.

A tabela de capítulo 11.4. fornece informações sobre o comportamento dos corantes ALUMÍNIO e SANODAL, quanto à desmontagem com ácido nítrico e sulfúrico, respectivamente.

Após a desmontagem ácida, deve-se realizar sempre um enxágüe rigoroso. Em caso de precisar desmontar diversas vezes as peças tingidas, por exemplo, na produção de placas policromáticas, recomenda-se tingir a 20/40°C e não 55/65°C, como de costume. Tingimentos realizados a temperaturas mais baixas deixam-se desmontar mais facilmente.

Nesse caso, no entanto, deve-se controlar se a solidez à luz ainda satisfaz às exigências.

Obtém-se um excelente efeito de desmontagem, mesmo em tingimentos que não se deixem desmontar satisfatoriamente com ácido, pelo seguinte método:

- Tratar durante 5 a 15 minutos a 20/30°C, com

50 g/l permanganato de potássio e

50 a 100 g/l ácido nítrico conc.

- Enxaguar.

- Tratar durante 1 a 5 minutos a 20°C, com

50 a 100 g/l bissulfito de sódio

- Enxaguar

Também, na maioria dos casos, os tingimentos com corante ALUMÍNIO e SANODAL deixam-se destruir por um tratamento durante 1 a 5 minutos a 30°C, com

10 a 30 g/l Ouro Sanodal 4N (= oxalato férrico).

O tingimento cor de ouro assim obtido é facilmente desmontável com ácido nítrico diluído. Em seguida as peças poderão ser retingidas.

9.3. Descoloração por Remoção da Camada Anodizada

Em caso de constatar um defeito não corrigível por desmontagem e retingimento, um defeito apenas reconhecido após a selagem ou defeito procedente de um desvio da camada anodizada, deve-se remover o tingimento conjuntamente com a camada anodizada. Para isso, a peça, após a devida remoção, é novamente anodizada e tingida.

A maneira mais fácil é a remoção por imersão numa solução de soda cáustica. No entanto, com esse tratamento, o metal puro é atacado, obtendo-se um fosqueamento. Devido a isso, será eventualmente necessário um novo tratamento prévio para o restabelecimento da estrutura superficial, original.

Tratamento com	Duração	Temperatura
50 a 100 g/l Ácido fosfórico 85% 50 g/l Bicromato de sódio <u>ou</u> 50 a 100 g/l Ácido fosfórico 85% 30 g/l Ácido crômico <u>ou</u> 200 a 250 ml/l Ácido sulfúrico 96% (66 ⁰ Bé) 1 a 2 g/l Trióxido de antimônio	5 a 30 minutos	
600 g ácido fosfórico 85% 200 g ácido crômico <u>200</u> g água 1000	30 segundos a 5 minutos	

A solução de desmontagem à base de ácido fosfórico e ácido crômico não é apenas usada para a remoção da camada anodizada, mas também como “Smudge-Remover” após o polimento eletrolítico.

Em todos os casos devem-se enxaguar rigorosamente as peças, após a desmontagem.

10. SELAGEM E TRATAMENTO POSTERIOR

O processo de selagem fecha os poros da camada anodizada e fixa o corante aí incorporado. *Esse tratamento, portanto, é uma parte integrante do processo de tingimento.* Infelizmente, na prática nem sempre se presta a devida atenção a esse processo. Uma selagem executada corretamente proporciona aos tingimentos não apenas a solidez desejada, mas também torna as peças insensíveis a impressões digitais, bem como manchas de cor ou de óleo/graxa. No caso mais simples, a selagem é executada com água à fervura. Apenas após uma selagem impecável, desaparece o toque “pegajoso” e característico de um material de alumínio anodizado.

Deve-se levar em consideração que pela selagem pode ocorrer um ligeiro desvio da tonalidade dos tingimentos, dependendo, no entanto, de cada corante ALUMÍNIO ou SANODAL. A tonalidade alcançada no tingimento poderá ser conservada da melhor maneira possível, por um breve enxágüe após o tingimento, passando-se imediatamente para a selagem.

O efeito de selagem é influenciado pelos fatores tempo, temperatura, composição do banho e valor pH. O tempo mínimo de selagem é de 2.5 min/ μ m. A temperatura deve ser o mais próximo possível do ponto de ebulição.

Água pura fornece um efeito de selagem muito bom. Adições de produtos especiais à base de sais metálicos exercem influências benéficas sobre os tingimentos e sua solidez. Por outro lado, substâncias alheias arrastadas ao banho de selagem, como por exemplo, sulfatos e fosfatos, prejudicam o efeito de selagem e aumentam o sangramento do corante.

O banho de selagem deve apresentar um valor pH de 5.5 a 6.0. O ajuste do pH deve ser feito preferencialmente através de adições de ácido acético diluído ou amoníaco.

O processo de selagem mais difundido é o com água. É perfeitamente viável a selagem com água de tingimentos com corantes ALUMÍNIO ou SANODAL. No entanto, deve-se contar com certo sangramento. Em lugar de água, a selagem poderá ser realizada também com vapor. A qualidade dessa selagem equipara com a selagem à base de água.

10.1. Particularidades na Selagem de Alumínio Anodizado e Tingido por Adsorção

10.1.1. Selagem com SAL PARA SELAGEM ASB PÓ

Na prática dá-se preferência aos processos de selagem à base de acetato de níquel, para os tingimentos por adsorção, devido ao fato de que o sangramento do corante é suprimido em grande parte e devido à obtenção de uma melhor resistência às intempéries dos tingimentos.

Modo de Trabalho

▪ Processo em etapa única

Selagem durante 2,5 min/ μ m, no entanto, no mínimo durante 10 minutos a 98/100 °C em solução aquosa contendo.

3 a 4 g/l SAL PARA SELAGEM ASB PÓ

▪ Processo em duas etapas

Selagem durante 30 segundos a 1 min/ μ m, no entanto, no mínimo durante 5 minutos a 70 °C em solução aquosa contendo.

5 a 6 g/l SAL PARA SELAGEM ASB PÓ

Em seguida, sem enxágüe intermediário, entrar num novo banho com água, sempre que possível com água desmineralizada, ao valor pH de 5.7 a 98/100 °C.

10.1.2. Selagem com Sulfato de Níquel

Não recomendamos esse tipo de selagem, sendo que muitos corantes apresentam um sangramento total nesse meio de selagem. Além do mais, praticamente não há nenhuma incorporação de níquel na camada anodizada.

10.1.3. Formação de Eflorescência (“SMUDGE”) devido a Selagem com Sais de Níquel

Todos os métodos de selagem com sais de níquel provocam a formação de uma eflorescência (camada esbranquiçada) sobre a superfície metálica. Esse fenômeno, no entanto, pode ser evitado por produtos inibidores especiais, como LYOGEN WL CONC. LÍQUIDO, bem como pelo uso de SAL PARA SELAGEM SB PÓ.

10.2. Providência para a Minimização do Sangramento, Durante a Selagem.

Alguns corantes apresentam uma tendência ao sangramento durante a selagem, principalmente quando se usa apenas água. Devido a isso, os tingimentos ficam mais claros. Também o banho de selagem torna-se colorido, fato esse quase não visível.

Em caso de coincidência de diversos fatores desfavoráveis, até poderá ocorrer uma descoloração total de camada anodizada.

Tais dificuldades, no entanto, podem ser praticamente evitadas pelas seguintes providências:

- Usar SAL PARA SELAGEM ASB PÓ.
- Manter as temperaturas de tingimento relativamente altas, ou seja, a 60/80°C.
- Tingir durante 5 minutos, no mínimo.
- Usar água a mais pura possível para o preparo dos banhos de tingimento.
- Enxaguar brevemente após o tingimento e selar imediatamente.
- Aplicar temperatura à fervura, na selagem.
- Usar água a mais pura possível para o banho de selagem. Não usar banhos de selagem que contenham substâncias alheias, devido ao uso excessivamente prolongado.
- Ajustar o banho de selagem ao valor pH 5.5 com ácido acético ou ácido fórmico ao ainda, com acetato de amônio. É imprescindível um controle de pH periódico, acompanhado pela devida correção.
- As peças imersas no banho de selagem devem ser agitadas imediatamente, a fim de obter um aquecimento rápido e uniforme.

10.3. Tratamento Após a Selagem

Após a selagem, as peças de alumínio são enxaguadas e secas. Uma eflorescência freqüentemente observada sobre a superfície, poderá ser eliminada por um fraco polimento posterior.

A formação dessa eflorescência (camada esbranquiçada) também poderá ser inibida pela adição de produtos químicos apropriados, como LYOGEN WL CONC. LÍQUIDO.

11. PROPRIEDADES DOS CORANTES E TINGIMENTOS

Discriminamos abaixo as propriedades mais importantes dos corantes ALUMÍNIO e SANODAL, em forma de tabelas. **11.1. Solubilidade**

Corante	Solubilidade 20°C / 68°F g/l
Amarelo Sanodal 3GL	100
Amarelo Sanodal S-3LM Líquido	Sol.
Ouro Sanodal 4N	100
Laranja Sanodal 3LW Líquido	Sol.
Vermelho Sanodal B3LW	150
Azul Sanodal G	3
Azul Sanodal 2LW	3
Turquesa Sanodal PLW Líquido	Sol.
Verde Sanodal 3LW	50
Preto Sanodal GL	Misc.
Preto Sanodal 2LW	50
Preto Escuro Sanodal HBL líquido	Sol.
Preto Escuro Sanodal H3LW	Misc.
Preto Escuro Sanodal MLW	50
Ouro Sólido Alumínio L	60
Laranja Alumínio G	40
Laranja Alumínio RL	40
Laranja Ouro Alumínio RLW	100
Vermelho Fogo Alumínio ML	75
Vermelho Alumínio GLW	50
Vermelho Alumínio RLW	100
Bordeaux Alumínio RL	50
Violeta Alumínio CLW	20
Verde Alumínio LWN	40
Bronze Alumínio G	15
Bronze Alumínio 2LW	5
Bronze Sólido Alumínio L	100
Castanho Alumínio R	>300
Castanho Alumínio GSL	10
Alumínio Yellow Brown 2G	20
Castanho Oliva Alumínio 2R	30
Cinza Alumínio HLN Líquido	Sol.
Cinza Alumínio NL Líquido	Misc.
Preto Alumínio CRO	40

Sol.: = solúvel em água em qualquer proporção.

Misc.: = Miscível em água em qualquer proporção.

11.2. Dados Característicos no pH e Tampões

Corante	Concentração g/l	Valor de pH Intrínseco em água desmineralizada	Valor de pH Ótimo	Tampão
Amarelo Sanodal 3GL	3	5.5 – 7.5	5.4 – 5.8	1)
Amarelo Sanodal S-3LW Líquido	3	6.0 – 8.0	5.4 – 5.8	1)x
Ouro Sanodal 4N	30	3.5 – 4.5	4.2 – 4.5	- -
Laranja Sanodal 3LW Líquido	3	6.0 – 8.0	5.4 – 5.8	1)x
Vermelho Sanodal B3LW	3	4.5 – 6.5	5.4 – 5.8	1)x
Azul Sanodal G	3	9.0 – 11.0	5.4 – 5.8	2)x
Azul Sanodal 2LW	3	2.0 – 4.0	5.4 – 5.8	2)x
Turquesa Sanodal PLW Líquido	3	5.0 – 7.0	5.4 – 5.8	1)xx
Verde Sanodal 3LW	3	7.0 – 9.0	5.4 – 5.8	1)x
Preto Sanodal GL	10	8.0 – 10.0	5.4 – 5.8	1)
Preto Sanodal 2LW	10	3.5 – 4.5	4.2 – 4.6	- -
Preto Escuro Sanodal HBL líquido	10	6.0 – 8.0	5.4 – 5.8	1)x
Preto Escuro sanodal H3LW	10	4.5 – 6.5	5.4 – 5.8	1)x
Preto Escuro sanodal MLW	10	3.5 – 4.5	4.2 – 4.6	- -
Ouro Sólido Alumínio L	3	4.5 – 6.5	5.4 – 5.8	1)x
Laranja Alumínio G	3	8.0 – 10.0	5.4 – 5.8	- -
Laranja Alumínio RL	3	9.5 – 11.5	5.4 – 5.8	- -
Laranja Ouro Alumínio RLW	3	6.0 – 8.0	5.4 – 5.8	- -
Vermelho Fogo Alumínio ML	3	3.0 – 5.0	5.4 – 5.8	1)x
Vermelho Alumínio GLW	3	6.0 – 8.0	5.4 – 5.8	1)x
Vermelho Alumínio RLW	3	5.5 – 7.5	5.4 – 5.8	1)x
Bordeaux Alumínio RL	3	3.0 – 5.0	5.4 – 5.8	1)
Violeta Alumínio CLW	3	2.0 – 4.0	5.4 – 5.8	1)x
Verde Alumínio LWN	3	7.0 - -9.0	5.5 - 6.0	1)x
Bronze Alumínio G	3	2.0 – 4.0	5.4 – 5.8	1)x
Bronze Alumínio 2LW	3	5.0 – 7.0	5.4 – 8.8	1)x
Bronze Sólido Alumínio L	3	9.5 – 11.5	5.4 – 5.8	1)x
Castanho Alumínio R	3	7.0 – 9.0	5.4 – 5.8	1)
Castanho Alumínio GSL	3	5.5 – 7.5	5.4 - 5.8	1)x
Alumínio Yellow Brown 2G	3	2.3 – 4.3	5.4 – 5.8	1)x
Castanho Oliva Alumínio 2R	3	7.0 – 9.0	5.4 – 5.8	1)x
Cinza Alumínio HLN líquido	10	7.0 – 9.0	5.4 – 5.8	1)xx
Cinza Alumínio NL líquido	10	5.5 – 7.5	5.5 – 7.0	1)xx
Preto Alumínio CRO	10	6.0 – 8.0	6.5 – 7.0	- -

1) 8.0 g/l de Acetato de Sódio + 0,4 ml/l de Ácido Acético 100%

2) 5.0 g/l de Acetato de Amônia + 0,5 ml/l de Ácido Acético 100%

x Adição de Tampão Recomendado.

xx Adição de Tampão Necessário.

11.3. Sensibilidade às Impurezas Dissolvidas

(sensibilidade dos banhos de tingimento aos íons alheios)

Corante	Sensível à:		
	Sulfato	Alumínio	Tap water *
Amarelo Sanodal 3GL	4	3	3
Amarelo Sanodal S-3LW Líquido	4	3	4
Ouro Sanodal 4N	1	1	4
Laranja Sanodal 3LW Líquido	4	3	4
Vermelho Sanodal B3LW	3	3	3
Azul Sanodal G	1	5	2
Azul Sanodal 2LW	1	4	2
Turquesa Sanodal PLW Líquido	1	5	3
Verde Sanodal 3LW	5	3	5
Preto Sanodal GL	3	3	3
Preto Sanodal 2LW	1	4	3
Preto Escuro Sanodal HBL Líquido	4	4	2
Preto Escuro Sanodal H3LW	2	5	2
Preto Escuro Sanodal MLW	1	4	3
Ouro sólido Alumínio L	4	4	3
Laranja Alumínio G	1	4	3
Laranja Alumínio RL	1	4	3
Laranja Ouro Alumínio RLW	1	3	4
Vermelho Fogo Alumínio ML	1	3	3
Vermelho Alumínio GLW	1	3	2
Vermelho Alumínio RLW	1	4	1
Bordeaux Alumínio RL	2	3	3
Violeta Alumínio CLW	1	3	1
Verde Alumínio LWN	5	4	3
Bronze Alumínio G	1	4	1
Bronze Alumínio 2LW	4	5	2
Bronze Sólido Alumínio L	4	4	3
Castanho Alumínio R	1	4	2
Castanho Alumínio GSL	1	4	2
Alumínio Yellow Brown 2G	1	4	4
Castanho Oliva Alumínio 2R	3	4	2
Cinza Alumínio HLN Líquido	5	2	1
Cinza Alumínio NL Líquido	3	5	2
Preto Alumínio CRO	1	1	3

- 1) Sensibilidade muito baixa
5) Sensibilidade muito alta

• Tap water:

Cálcio (Ca)	65.0 mg/l
Magnésio (Mg)	8.4 mg/l
Silicato (SiO ₃)	6.2 mg/l
Sulfato (SO ₄)	29.0 mg/l
Cloro (Cl)	10.0 mg/l
Fluoreto (F)	0.8 mg/l
Nitrato (NO ₃)	8.0 mg/l

11.4. Comportamento dos Corantes na Desmontagem

Corante	Ácido Nítrico 30%	Ácido Sulfúrico 0,5%	Ácido Nítrico 10% + 5% Permanganato de Potássio **
Amarelo Sanodal 3GL	3	10	5
Amarelo Sanodal S-3LW Líquido	1	7	2
Ouro Sanodal 4N	5-10	>15	10-15
Laranja Sanodal 3LW Líquido	1	7	2
Vermelho Sanodal B3LW	8	5	1
Azul Sanodal G	6	>15	3
Azul Sanodal 2LW	6	>15	3
Turquesa Sanodal PLW Líquido	>15	>15	1
Verde Sanodal 3LW	2	10	1
Preto Sanodal GL	>15	>15	1
Preto Sanodal 2LW	2	12	1
Preto Escuro sanodal HBL Líquido	>15	>15	1
Preto Escuro Sanodal H3LW	>15	>15	1
Preto Escuro Sanodal MLW	2	12	1
Ouro sólido Alumínio L	1	2	2
Laranja Alumínio G	1	9	1
Laranja Alumínio RL	>15	>15	1
Laranja Ouro Alumínio RLW	2	9	1
Vermelho Fogo Alumínio ML	2	8	1
Vermelho Alumínio GLW	1	6	1
Vermelho Alumínio RLW	1	6	1
Bordeaux Alumínio RL	1	8	1
Violeta Alumínio CLW	1	5	1
Verde Alumínio LWN	8	>15	12
Bronze Alumínio G	8	>15	1
Bronze Alumínio 2LW	>15	>15	1
Bronze Sólido Alumínio L	15	3	3
Castanho Alumínio R	>15	>15	10
Castanho Alumínio GSL	5	8	1
Alumínio Yellow Brown 2G	7	>15	1
Castanho Oliva Alumínio 2R	>15	>15	2
Cinza Alumínio HLN Líquido	5	>15	4
Cinza Alumínio NL Líquido	>15	12	1
Preto Alumínio CRO	>15	>15	5

Os dados a seguir são válidos para tingimentos escuros, de produção recente, tingidos a 60°C sobre 12µm de camada anodizada. (Exceto: Ouro 4N – 45°C; Gris NL – 25°C)

Soluções de desmontagem a 25°C.

** Depois do tratamento com Permanganato de Potássio, neutralize muito bem em solução de Bissulfito de Sódio 5% durante 1-5 minutos.

11.5. Comportamento Tintorial na Selagem

Corante	Sangramento
Amarelo Sanodal 3GL	Forte
Amarelo Sanodal S-3LW Líquido	Fraco
Ouro Sanodal 4N	Nenhum
Laranja Sanodal 3LW Líquido	Fraco
Vermelho Sanodal B3LW	Forte
Azul Sanodal G	Forte
Azul Sanodal 2LW	Forte
Turquesa Sanodal PLW Líquido	Fraco
Verde Sanodal 3LW	Fraco
Preto Sanodal GL	Forte
Preto Sanodal 2LW	Nenhum
Preto Escuro Sanodal HBL Líquido	Fraco
Preto Escuro Sanodal H3LW	Forte
Preto Escuro Sanodal MLW	Nenhum
Ouro sólido Alumínio L	Moderado
Laranja Alumínio G	Fraco
Laranja Alumínio RL	Fraco
Laranja Ouro Alumínio RLW	Fraco
Vermelho Fogo Alumínio ML	Moderado
Vermelho Alumínio GLW	Moderado
Vermelho Alumínio RLW	Fraco
Bordeaux Alumínio RL	Moderado
Violeta Alumínio CLW	Moderado
Verde Alumínio LWN	Forte
Bronze Alumínio G	Fraco
Bronze Alumínio 2LW	Fraco
Bronze Sólido Alumínio L	Moderado
Castanho Alumínio R	Moderada
Castanho Alumínio GSL	Fraco
Aluminium Yellow Brown 2G	Fraco
Castanho Oliva Alumínio 2R	Fraco
Cinza Alumínio HLN Líquido	Moderado
Cinza Alumínio NL Líquido	Moderado
Preto Alumínio CRO	Moderado

Observação:

As indicações acima são válidas para camadas anodizadas padrão de 12-14 µm, para um tempo de tingimento de 15 minutos a temperatura de 60°C e sob condições otimizadas de pH. Selagem com Anodal SH-1 Líquido, 98°C, pH 5.6. O arraste de íons aumenta a tendência de sangramento dos corantes.

11.6. Solidez à Luz dos Tingimentos

Corante	Solidez à Luz	Tingimento		
		Conc. g/l	pH**	Tempo min. Temp. °C/°F
Amarelo Sanodal 3GL	>8	3	5.6B	20'60°/140°F
Amarelo Sanodal S-3LW Líquido	>8	5	5.6B	30'25°/77°F
Ouro Sanodal 4N	>8t	30	4.5	0.5-20'45°/113°F
Laranja Sanodal 3LW Líquido	>8	3	5.6B	30'25°/77°F
Vermelho Sanodal B3LW	>8	5	5.6B	30'60°/140°F
Azul Sanodal G	>8d	3	5.6B	45'35°/95°F
Azul Sanodal 2LW	>8d	3	5.6B	45'25°/77°F
Turquesa Sanodal PLW Líquido	>8	5	5.6B	30'60°/140°F
Verde Sanodal 3LW	>8	2	5.6B	30'60°/140°F
Preto Sanodal GL	>8	30	5.6B	30'60°/140°F
Preto Sanodal 2LW	>8	10	4.5	30'60°/140°F
Preto Escuro Sanodal HBL Líquido	>8	10	5.6B	30'60°/140°F
Preto Escuro Sanodal H3LW	>8	10	5.6B	30'60°/140°F
Preto Escuro Sanodal MLW	>8	10	4.5	30'60°/140°F
Ouro sólido Alumínio L	7-8	3	5.6B	15'60°/140°F
Laranja Alumínio G	5-6	3	5.6	15'60°/140°F
Laranja Alumínio RL	6	3	5.6	15'60°/140°F
Laranja Ouro Alumínio RLW	7-8	3	5.6	15'60°/140°F
Vermelho Fogo Alumínio ML	6-7	5	5.6B	15'60°/140°F
Vermelho Alumínio GLW	7	4	5.6B	15'60°/140°F
Vermelho Alumínio RLW	7	3	5.6B	15'60°/140°F
Bordeaux Alumínio RL	6-7	5	5.6B	15'60°/140°F
Violeta Alumínio CLW	6-7	3	5.6B	15'60°/140°F
Verde Alumínio LWN	7-8	2	5.6B	15'60°/140°F
Bronze Alumínio G	6-7	2	5.6B	15'60°/140°F
Bronze Alumínio 2LW	7	2	5.6B	15'60°/140°F
Bronze Sólido Alumínio L	7-8	3	5.6B	15'60°/140°F
Castanho Alumínio R	5-6	3	5.6B	15'60°/140°F
Castanho Alumínio GSL	6-7	3	5.6B	15'60°/140°F
Aluminium Yellow Brown 2G	5-6	3	5.6B	15'60°/140°F
Castanho Oliva Alumínio 2R	6	3	5.6B	15'60°/140°F
Cinza Alumínio HLN Líquido	8	3	5.6B	30'25°/77°F
Cinza Alumínio NL Líquido	7	3	5.6B	30'25°/77°F
Preto Alumínio CRO	7-8	10	7	15'60°/140°F

1) Solidez à luz testada em camada padrão de 12-14 µm para corantes ALUMÍNIO e 21-23 µm para corantes SANODAL.

2) Tingimento selado com SAL DE SELAGEM ASL LIQUIDO

** B= Tingimento com tampão recomendado

d = Escuro t = duller

Observação:

Os tingimentos foram expostos à luz, de acordo com a norma ISO 105-B02 (Weather-Ometer Atlas Ci35-A) e avaliado com a Escala Azul conforme ISO 2135.

11.7. Resistência de Tingimentos ao Calor

Corante	Concentração g/l	120°C 248°F 1500 h	150°C 302°F 1500 h	200°C 392°F 1 h	200°C 392°F 10h
Amarelo Sanodal 3GL	3	5	5	5	5
Amarelo Sanodal S-3LW Líquido	5		1	5	3
Ouro Sanodal 4N	30	5	5	5	5
Laranja Sanodal 3LW Líquido	3		2	5	4
Vermelho Sanodal B3LW	5	4	2	5	4
Azul Sanodal G	3	5	5	5	5
Azul Sanodal 2LW	3	5	5	5	5
Turquesa Sanodal PLW Líquido	5	5	5	5	5
Verde Sanodal 3LW	2	4	3	5	3
Preto Sanodal GL	30	3	2	3	1
Preto Sanodal 2LW	10	3	2	4	2
Preto Escuro sanodal HBL Líquido	10	5	5	5	5
Preto Escuro Sanodal H3LW	10	5	5	5	5
Preto Escuro Sanodal MLW	10	3	2	4	2
Ouro sólido Alumínio L	3	5	4	5	5
Laranja Alumínio G	3	5	4	5	5
Laranja Alumínio RL	3	5	4	5	5
Laranja Ouro Alumínio RLW	3	5	5	5	5
Vermelho Fogo Alumínio ML	5	3	2	3	2
Vermelho Alumínio GLW	4	5	4	5	5
Vermelho Alumínio RLW	3	5	4	5	5
Bordeaux Alumínio RL	5	2	2	3	2
Violeta Alumínio CLW	3	4	3	4	3
Verde Alumínio LWN	2	4	2	2	1
Bronze Alumínio G	2	3	2	5	4
Bronze Alumínio 2LW	2	2	1	3	2
Bronze Sólido Alumínio L	3	5	3	5	5
Castanho Alumínio R	3	3	2	4	3
Castanho Alumínio GSL	3	3	2	5	4
Aluminium Yellow Brown 2G	3	3	2	5	4
Castanho Oliva Alumínio 2R	3	3	2	5	2
Cinza Alumínio HLN Líquido	3		2	5	3
Cinza Alumínio NL Líquido	3	2	2	3	2
Preto Alumínio CRO	10		1	3	1

Avaliação:

Nota 5: resistente ao calor (nenhuma alteração perceptível)
Nota 4: alteração fraca
Nota 3: alteração mediana
Nota 2: alteração forte
Nota 1: tingimento destruído

Os tingimentos testados foram produzidos sob as seguintes condições:

- Anodização durante 30 minutos a 18/20°C, 1.5 A/dm², 12µm, 220 g/l de ácido sulfúrico.
- Tingimento durante 15 minutos a 60°C. Valor pH de acordo com a faixa de pH otimizado.
- Selagem durante 30 minutos à fervura, com 4 g/l de Sal para Selagem ASB Pó.

11.8. Campo de Aplicação Principal dos Corantes e Indicações Gerais

CORANTE ALUMINIO	CAMPO DE APLICAÇÃO	INDICAÇÕES GERAIS
Amarelo G3LW	Para tonalidades amarelas, fortemente esverdeadas	
Ouro sólido L	Para bijuterias	Boa solidez à luz, mesmo em tonalidades claras
Laranja Ouro RLW	Corante Universal para tonalidades de ouro	Corante muito eficiente. Pode ser nuançado com Vermelho Alumínio GLW
Laranja RL	Para bijuteria	
Laranja G	Corante Universal de baixa sensibilidade. Também usado para bijuteria	Corante muito eficiente
Vermelho RLW	Para tonalidades vermelhas particularmente intensas (camada anodizada 15 a 20µm)	
Vermelho GLW	Corante Universal de baixa sensibilidade	Usado para a nuançagem de tonalidades de ouro
Vermelho Fogo ML	Tonalidades intensas para placas	Pode ser levemente nuançado com Vermelho Alumínio RLW ou Bordô Alumínio RL
Bordô RL	Para tonalidades vermelhas	

	azuladas	
Violeta CLW		Corante de montagem rápida
Azul 2LW	Corante Universal para diversas finalidades (corante para teste de selagem)	Para tonalidades claras e uniformes, o pH do banho de tingimento deve ser ajustado para 7
Verde LWN		Melhor estabilidade de banho por tingimento a frio. PH não menor que 5.5 e concentração alta

CORANTE ALUMÍNIO	CAMPO DE APLICAÇÃO	INDICAÇÕES GERAIS
Castanho Oliva 2R	Para artigos militares, tonalidades de bronze integrais ou tonalidades de bronze à base de sais metálicos, para arquitetura interna	Deixa-se nuançar com Gris Alumínio NL Líquido, Bronze Sólido Alumínio L e Preto Alumínio 2LW. Selagem recomendada com Sal para Selagem ASB pó
Castanho Amarelado 2G		Deixa-se nuançar facilmente com Bordô Alumínio RL ou Laranja Ouro Alumínio RLW É recomendado levar os banhos até fervura, em intervalos periódicos
Castanho Avermelhado RW	Para tonalidades de cobre e castanhos avermelhados	Os banhos de tingimento são fortemente sensíveis aos íons de alumínio
Castanho GSL	Para tonalidades de marrom neutro	Os banhos de tingimento são fortemente sensíveis aos íons de alumínio

Bronze 2LW		Melhor estabilidade de banho, por tingimento a frio. pH não menor a 5.5 e concentração alta
Bronze Sólido L	Para Bijuterias, tonalidade de ouro avermelhado	
Gris NL Líquido	Tonalidades de Gris “antrazite” neutras	Os banhos de tingimento são sensíveis aos íons de alumínio e sulfato. Melhor estabilidade pelo tingimento a frio. PH não menor que 5.5 e concentração alta

CORANTE ALUMINIO	CAMPO DE APLICAÇÃO	INDICAÇÕES GERAIS
Preto 2LW	Corante homogêneo universal, para tonalidades de cinza azulado e preto	
Preto CL	Apropriado para o tingimento contínuo. Tonalidades de preto azulado	

CORANTE SANODAL	CAMPO DE APLICAÇÃO	INDICAÇÕES GERAIS
Amarelo 3GL	Para arquitetura externa pelo sistema SANODAL	
Ouro 4N	Para tonalidades de Ouro inorgânicas. Também para arquitetura externa pelo sistema SANODAL. Tingimentos com maior resistência ao calor	Temperatura de tingimento: 35 a 70 ⁰ C. tempo de tingimento: a escolher. Para a preparação do banho, usar água desmineralizada. Estabilizar com ácido

		oxálico (2 a 5 g/l). Banhos são sensíveis a luz e ao ar: cobrir. Material anodizado <u>não deve</u> ser neutralizado antes do tingimento
Vermelho B3LW	Para arquitetura externa no sistema SANODAL. Também para artigos de cozinha (corante para teste de selagem)	
Azul Turquesa PLW	Para arquitetura externa no sistema SANODAL.	Para tonalidades verdes: nuançar com Amarelo Alumínio G3LW(essas tonalidades não são sólidas para arquitetura externa).
Azul G	Para arquitetura externa no sistema SANODAL.	
Preto Escuro MLW	Corante nuançado, universal para tonalidades preto intenso. Também apropriado para arquitetura externa.	Não deve ser usado para tonalidades cinzas.
Preto GL Pasta	Para arquitetura externa pelo sistema SANODAL. Também apropriado para placas e camadas de anodização dura.	A pasta deve ser agitada antes da retirada de qualquer quantidade.

11.9. Dados Físicos, Toxicólogos, de Incêndio e Armazenagem.

Vide folhetos de dados de segurança dos respectivos produtos.

12. PRODUTOS QUÍMICOS PARA ANODIZAÇÃO, TINGIMENTO E SELAGEM.

Detalhes sobre os produtos químicos, vide folhetos técnicos e folhetos de dados de segurança na divisão “PRODUTOS QUÍMICOS”.

- Aditivo para banho de desengraxe

Como agente de limpeza e desengraxe recomenda-se o uso de Desengraxante TA-75 P6. Quantidade de aplicação: 40 g/l.

- Aditivo para fosqueamento

Para o fosqueamento de peças de alumínio com soda cáustica, recomenda-se o emprego de Fosco 400 Líquido em quantidades de 30 a 60 g/l. O produto proporciona um fosqueamento de aspecto acetinado e uniforme, além de inibir a formação de incrustações e borra nos tanques de tratamento com soda cáustica.

13. TINGIMENTOS DEFEITUOSOS, SUAS CAUSAS E POSSIBILIDADE DE PREVENÇÃO.

Quando ocorrem falhas no tingimentos, geralmente se responsabiliza o processo de tingimentos ou até o corante, apesar do fato de que, na maioria dos casos, os desvios são consequência de erros no tratamento preliminar do alumínio.

Os dados abaixo visam enfrentar esse preconceito, indicando providencia preventivas contra as possíveis causas.

Sob o termo “Tingimentos Defeituosos” subte-se os desvios colorísticos, detectáveis a olho nu, em comparação um padrão de produção, defeitos esse causado no próprio processo de tingimentos, como também no tratamento prévios e tornados visíveis apenas após o tingimentos.

Correlações entre as condições de processamento e cor resultante são levadas em consideração apenas a ponto de que as mesmas possam servir para a eliminação do efeito colorístico.

Não são levados em consideração os defeitos de estabilidade de cor, defeitos físicos ou estruturais ou desvios de cor já visíveis antes do tingimento, como também defeitos superficiais e coloração própria da camada anodizada.

As tabelas a seguir são subdivididas como segue:

Descrição do desvio colorístico.

Possíveis causas.

Ação preventiva.

13.1. Desvios Colorísticos entre os Lotes de Produção

Descrição do desvio colorísticos	Possíveis causas	Ação Preventiva
Intensidade de cor diminuindo levemente (sobre dias e semanas)	<p>Diminuição do poder tintorial devido a:</p> <ul style="list-style-type: none">- Diminuição da concentração do corante, devido ao gasto progressivo.- Acúmulo de concentrações desativantes no banho de tingimento.	<ul style="list-style-type: none">- Complementar a falta de corante.- Evitar a contaminação (enxaguar rigorosamente, evitar escorrimento de outras soluções de tratamento no banho de tingimento)- Aumentar tempo de tingimento.- Aumentar concentração do corante acima da concentração original.- Renovação parcial ou total do banho e tingimento.- Controlar a instalação (tanques e armações) referente a possíveis contatos e eliminar pontos de contato (elétricos).- Corrigir pH e tamponar.

Discrição do desvio colorísticos	Possíveis causas	Ação preventiva
Intensidade de cor inconstante	<p>Poder de absorção oscilante da camada anodizada devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condições inconstantes na anodização. - Processamentos de ligas com qualidade inconstante. - Tempos de repouso divergentes entre anodização e tingimento (repouso no ácido, transferência ao banho de enxágüe, tempo de repouso na água e no ar). - Oscilações na ativação do banho ácido. - Oscilação no grau de sangramento no banho de selagem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manter as condições de anodização constantes (densidade elétrica, duração e temperatura). - Adaptar os parâmetros de anodização e tingimento às oscilações na liga. - Manter o tempo de repouso constante. - Nunca deixar o banho de anodização, sem corrente elétrica e enxaguar imediatamente após a anodização. - Não armazenar dentro da água. - Continuar o processamento se possível sem interrupção. - Compensação do poder de absorção do corante por breve ativação em banho de ácido e enxaguar até reação neutra. - Manter constantes as condições de ativação (tempo). - Uniformizar ou minimizar as perdas de sangramento por: <ul style="list-style-type: none"> - Selagem com sal para selagem ASB.

Descrição do desvio colorísticos	Possíveis causas	Ação Preventiva
Intensidade de cor inconstante	Oscilações do valor do pH do tingimento.	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura de tingimento mais alta ou tempo de tingimento prolongado, com concentração de corante mais baixa. - Usar água mais pura possível para a selagem. - Temperatura de selagem a mais alta possível, na imersão. - Manter constante o pH do banho de selagem e tamponar. - Tamponar os banhos de tingimento.
Intensidade de cor crescente, no início da produção.	Temperatura de anodização ascendente.	- Não tingir os primeiros lotes.
Desvio da tonalidade.	<p>Diminuição desequilibrada da concentração dos componentes de mistura de corantes.</p> <p>Instabilidade química do corante em solução.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Complementar o componente sem falta. - Usar, sempre que possível corantes uniformes. - Combinar apenas corantes com poder de montagem praticamente idêntico. - Selecionar corante com melhor estabilidade em solução. - Otimizar condições para tingimento (temperatura de tingimento baixa, pH apropriado e tamponação). - Aumentar a frequência da renovação do banho de tingimento.

13.2. Desvios Colorísticos Dentro Do Mesmo Lote

Descrição do desvio colorístico	Possíveis causas	Ação preventiva
Diferença de cor de peça para peça	Abastecimento de corrente elétricos irregulares devidos contatos elétricos diferentes no suporte anódico. Processamento simultâneo de ligas divergentes	- Providenciar bons contatos elétricos, uniformemente para todas as peças. - Limpar os pontos de contato. - Processar apenas uma quantidade de liga, no mesmo lote.
Zonas marginais mais escuras, ficando irregularmente mais claras em direção ao centro.	Densidade elétrica e temperatura desequilibrada (acúmulo de calor nas zonas marginais) durante a anodização.	- Melhoria da geometria dos eletrodos. - Intensificara agitação do banho do eletrólito. - Redução da densidade elétrica. - Reforço da refrigeração, temperaturas da anodização mais baixas. - Redução do teor de alumínio do eletrólito. - Temperatura de tingimento mais baixa com tempo mais prolongado.
Zonas inferiores mais escuras.	Diferença de tempo de imersão na solução de tingimento, entre extremidades inferiores e superiores do lote, durante o processo de imersão.	- Aumento do tempo total de tingimento acima de 10 minutos, adaptando-se os parâmetros restantes, ou seja, diminuição da temperatura e concentração. - Aceleração do processo de imersão.
Frentes horizontais coloridas na região superior do lote, em forma de manchas barradas ou freqüentemente onduladas.	Filme oleoso do banho de tingimento adere às peças, durante o lixamento das mesmas, após o tingimento.	- Remover o filme oleoso do banho (filtração, absorção com material absorvente, juntar cuidadosamente com rodo ou régua e recolher). - Intensifica a agitação do banho.

13.3 Desvios Colorísticos na Própria Peça (tingimento desuniforme, manchas de cor)

Descrição do desvio colorístico.	Possíveis causas	Ação preventiva
Nuvens coloridas cobrindo grande área da peça	Temperatura de anodização não suficientemente uniforme (manchas de conversão térmica)	<ul style="list-style-type: none"> - Intensificar a agitação do banho - Reduzir a densidade elétrica.
Manchas claras	<p>Desengraxe deficiente</p> <p>Impurezas oleosas no banho de anodização ou banho de tingimento.</p> <p>Umectação desuniforme das peças de alumínio no banho de tingimento.</p> <p>Alumínio hidrolisado, não eliminado pelo processo de enxágüe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorar o desengraxe. Usar Desengraxante TA-75 - Evitar as impurezas (ar comprimido isento de óleo) ou remove-las - Adição de 0,03 a 0,1 g/l Protetor Anodal FB e agitar periodicamente o banho de tingimento. - Imergir as peças apenas em estado molhado. - Tratar as peças brevemente com ácido (ativação e enxaguá-las antes do tingimento). - Intensificar a agitação do banho, ou melhor ainda, agitar bem as peças durante a imersão e durante a 1^o fase do tingimento. - Adição de um agente umectante apropriado, como Protetor Anodal FB (0,02 a 0,08 g/l). - Enxaguar rigorosamente, imediatamente após a anodização - Intercalar um tratamento com ácido (ativação) após o enxágüe o enxágüe ácido (pH abaixo de 2) seguido por enxágüe neutro.

Descrição do desvio colorístico.	Possíveis causas	Ação preventiva
Inúmeras manchas claras em forma de pontos, principalmente em caso de tingimento claros.	Bolhas de gás nos poros, os quais perturbam a penetração do corante.	<ul style="list-style-type: none"> - Imergir as peças em estado molhado, isentas de bolhas de gás. - Peças devem ser agitadas imediatamente após a imersão, até que não subam mais bolhas de gás à superfície. - Tingir a frio.
Manchas claras em locais de perfuração e cavidades.	Perturbação do processo de anodização por inclusões de bolhas de gás.	<ul style="list-style-type: none"> - Intensifica a agitação das peças ou do banho de tratamento, a fim de remover o mais rápido possível as bolhas de gás.
Manchas claras em cavidades (cantos) ou faixas claras que correm das cavidades ao longo dos cantos.	Ácido de anodização preso em cavidades, escorrendo das mesmas e inibindo o processo de tingimento.	<ul style="list-style-type: none"> - Alterar a construção das peças com a finalidade de favorecer o escoamento do ácido, por exemplo, furos de drenagem, cantos não totalmente fechados. - Alterar a posição das peças no suporte, a fim de favorecer o escoamento dos líquidos. - Enxaguar rigorosamente, imediatamente após a anodização. - Ativar após enxágüe e neutralização (tratamento com ácido) e enxaguar novamente.
Manchas escuras em cavidades (cantos) ou escorrendo das mesmas, faixas escuras em cantos horizontais, pontos em forma de gotas.	Deposição de gotas e escoamento de soluções de tingimento (manchas parcialmente removíveis com leve fricção, após ressecamento). Intensificação de cor devido à continuação do processo e a retenção de solução de tingimento.	<ul style="list-style-type: none"> - Não armazenar as peças após o tingimento sem enxágüe, mas sim enxaguar imediatamente após o tingimento. - Reduzir a temperatura de tingimento e aumentar o tempo de tingimento. - Favorecer o escoamento da solução de tingimento.

Descrição do desvio colorístico.	Possíveis causas	Ação preventiva
Pontos escuros.	Partículas de corantes não dissolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Não adicionar corante seco, mas sim como concentrado aquoso (solução ou eventualmente suspensão). Adicionar ao banho através de uma gaze fina. - Levar o banho até a fervura, sob boa agitação. - Filtrar o banho de tingimento.
Tingimento opacos, eflorescentes e freqüentemente não sólidos à fricção leve.	<p>Camada anodizada demasiadamente mole, particularmente acentuada nas partes marginais, devido à falhas na anodização.</p> <p>Ativação demasiadamente forte, eventualmente conjugada com falhas de anodização.</p> <p>Deixar repousar as peças no banho de anodização com corrente elétrica desligada, ou deixar repousar fora do banho de anodização, sem ter sido enxaguadas.</p> <p>Camada anodizada atacada por pH de tingimento demasiadamente baixo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzir temperatura de anodização, tempo, densidade elétrica, ácida e concentração de alumínio. - Aumento de agitação do eletrólito. - Diminuir o tempo de repouso no banho do ácido. - Após ter desligado a corrente elétrica, as peças deverão ser retiradas do banho e enxaguadas imediatamente. - Aumentar o valor pH do banho de tingimento para 4.0, no mínimo.
Tingimento cobrindo a superfície, de aspecto opaco até bronzeado e removível por fricção leve.	Pigmentação superficial, devido à deposição prematura de corante, freqüentemente causada pelo excesso de alumínio dissolvido ou hidrolisado.	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar o valor pH do banho de tingimento para 4.0, no mínimo. - Realizar um tratamento ácido (ativação) antes do tingimento, a fim de dissolver e remover o alumínio.